جــامـــعــة حـلـــب

كلية الهندســة الكهربائية والإلكترونية

قــسم هندســـة التحكم والأتمتة

تطبيق خوارزمية النحل لتنظيم وقيادة خط الإنتاج لمعمل سحب ودرفلة الحديد على الساخن

Application of Bees Algorithm to Organize and Drive the Production Line of a Hot Iron Rolling Plant

رسالة قُدمت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الكهربائية والإلكترونية (قسم التحكم والأتمتة)

إعداد

م. أسماء بركات

2010/2011 م

Aleppo University

Faculty of Electrical & Electronic Engineering

Department of Control & Automatic

Application of Bees Algorithm to Organize and Drive the Production Line of a Hot Iron Rolling Plant

A study submitted to obtain a master degree in Electrical & Electronic Engineering (Department of Control & Automatic)

PREPARATION

Eng. Asmaa Barakat

جـــامـــعـــة حــلـــب

كلية الهندســة الكهربائية والإلكترونية

قــسم هندســـــة التحكم والأتمتة

تطبيق خوارزمية النحل لتنظيم وقيادة خط الإنتاج لمعمل سحب ودرفلة الحديد على الساخن

Application of Bees Algorithm to Organize and Drive the Production Line of a Hot Iron Rolling Plant

إعداد

م. أسماء بركات

بـــإشراف

الدكتور المهندس عبد الرحمن حسين

أستاذ مساعد في قسم هندسة التحكم والأتمتة

كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية - جامعة حلب

الدكتور المهندس حبيب شيخوك

أستاذ مساعد في قسم هندسة القيادة الكهربائية

كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية - جامعة حلب

تصريح

أصرح بأن هذا البحث بعنوان:

"تطبيق خوارزمية النحل لتنظيم وقيادة خط الإنتاج لمعمل سحب ودرفلة الحديد على الساخن"

"Application of Bees Algorithm to Organize and Drive the Production Line of a Hot Iron Rolling Plant"

لم يسبق أن قبل للحصول على أية شهادة، ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشحة

أسماء بركات

Declaration

I hereby certify that this work has not been accepted for any degree or it is not submitted to any other degree.

Candidate

A. BARAKAT

شهادة

نشهد بأن العمل المقدم في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة **أسماء بركات** بإشراف **الدكتور عبد الرحمن حسين** (المشرف الرئيس) الأستاذ المساعد في قسم هندسة التحكم والأتمتة من كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية بجامعة حلب والدكتور **حبيب شيخوك** (المشرف المشارك) الأستاذ المساعد في قسم هندسة القيادة الكهربائية من كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية بجامعة حلب.

إن أي مراجع أخرى ذكرت في هذا العمل موثقة في نص هذه الرسالة.

المرشحة	المشرف المشارك	المشرف الرئيسي
م.أسماء بركات	د.حبيب شيخوك	د. عبد الرحمن حسين

Testimony

We witness that the described work in this treatise is the result of scientific search conducted by the candidate **Asmaa Barakat** under the supervision of doctor **Abdul Rahman Hussian** Department of control Engineering and Automation, Faculty Electrical & Electronic Engineering, University Aleppo, and doctor **Habib Shekhook** Department of electrical drive, Faculty Electrical & Electronic Engineering, University Aleppo.

Any other references mentioned in this work are documented in the text of the treatise.

Candidate	Assistant supervisor	Main supervisor
Asmaa Barakat	Dr. Habib Shekhook	Dr. Abdul Rahman Hussian

الإشراف العلمي والتوجيه

أشرف على تخطيط وتوجيه هذا البحث

الدكتور عبد الرحمن حسين

أستاذ مساعد في قسم هندسة التحكم والأتمتة

كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية بجامعة حلب

والدكتور حبيب شيخوك

أستاذ مساعد في قسم القيادة الكهربائية

كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية بجامعة حلب

نُوقشت هذه الرسالة بتاريخ 15/ 12/ 2010 م وأجيزت.

أعضاء لجنة الحكم

د. محسن داوود

(أستاذ- جامعة تشرين) رئيساً

د. باسم فارس

(مدرس – جامعة حلب) عضواً

د. عبد الرحمن حسين

(أستاذ مساعد – جامعة حلب) مشرفاً

CONTENTS فهرس المحتويات

الفصل الأول

CHAPTER ONE

Introduction المقدمة

Justification of the Research مبررات البحث

Research Objectives أهداف البحث

Literature Review الدراسة المرجعية

1. المقدمة Introduction

لقد أدخل التطور التقني الكبير في هندسة الحاسوب وعلومه في الأعوام الأخيرة مفاهيم جديدة في الأتمتة، منها تخطيط الأتمتة قبل إنجازها إذ أصبحت أتمتة أي عملية أو منظومة تمر بمرحلتين أساسيتين هما النمذجة modeling والمحاكاة Simulation قبل البدء بتنفيذ تلك المنظومة. فالنمذجة هي المرحلة التي يتم فيها بناء نموذج رياضي للمنظومة المطلوب أتمتتها، يصف سلوكها الديناميكي وصفاً كاملاً. ويتم إنجاز ذلك باستخدام عدة طرائق رياضية تعتمد على مبدأ حفظ مصونية الطاقة وعلى بنيتها الديناميكية وطريقة ترابط العناصر المكونة لها. أما المحاكاة فتتضمن بناء منظومة مصغرة، لها مواصفات المنظومة الأصلية نفسها المطلوب أتمتتها وتحاكيها في السلوك. ويمكن إنجاز ذلك ببناء نموذج إلكتروني مخبري باستخدام العناصر الإلكترونية الفعالة المتوافرة أو باستخدام الحاسوب وكتابة برنامج بإحدى لغات البرمجة المعتمدة، ثم تشغيل هذا النموذج بالشروط المحيطية نفسها المطلوب تشغيل المنظومة الأصلية فيها.

والفائدة من إجراء النمذجة والمحاكاة قبل إنجاز الأتمتة هي اختصار مراحل الإنجاز، والتثبت من صحة النتيجة النهائية لعمل المنظومة. ويمكن تصحيح أي خطأ وظيفي بضبط النموذج الرياضي المستعمل وبتعديل البرنامج بلا أي كلفة إضافية، في حين إن كشف مثل هذه الأخطاء في مراحل إنجاز الأتمتة بدون استخدام هذه الطريقة يوجب تغيير بعض أجزاء المنظومة أو طريقة ربطها وهذا مكلف جداً في المنظومات المعقدة، سأناقش في هذا البحث نمذجة خط إنتاج معمل لسحب ودرفلة الحديد على الساخن وتطبيق خوارزمية النحل لتنظيم عملية الدرفلة واستخدام برنامج MATLAB في عملية النمذجة.

2. مبررات البحث Justification of the Research

- عدم وجود طرق ثابتة ومبررة لعمليات التنسيق أثناء الدرفلة فغالباً ما تعتمد على خبرة العاملين فيها.
- قلة الدراسات ذات العلاقة بعمليات التحكم بدرفلة الحديد بشكل عام.

3. أهداف البحث Research Objectives

- دراسة واقع التحكم في أحد معامل سحب ودرفلة الحديد.
- نمذجة عملية تنظيم عمل مجموعة الوحدات الإنتاجية لعملية الدرفلة، عند حدوث تغيرات في أقطار الدرافيل خلال العملية الإنتاجية.
- تطبيق ثلاث طرق مختلفة لخوارزمية النحل في عملية التحكم بالعملية الإنتاجية في المعمل.
- مقارنة بين نتائج تطبيق الخوارزميات الثلاث على عملية الدرفلة.
- مقارنة النتائج بين تطبيق خوارزمية النحل في نظام التحكم وبين واقع التحكم في المعمل.

4. الدراسة المرجعية Literature Review

خوارزمية النحل

لقد قام عدد كبير من العلماء والباحثين بدراسة وتطوير خوارزمية النحل التي تعتمد على سلوك النحل في عملية جمع الغذاء وسأورد فيما يلي بعض هذه الدراسات:

- قدم Yonezawa and Kikuchi دراسة لسلوك النحل في عملية جمع الغذاء وبناء خوارزمية، فقام بمقارنة نتائج الخوارزمية عندما تعتمد نوعاً واحداً للبحث وعندما تعتمد ثلاثة أنواع للبحث فأعطت المحاكاة الحاسوبية نتائج أفضل عندما تعتمد ثلاثة أنواع لعملية البحث وصنع القرار كما أوضحا أن النحل له قدرة على التكيف في البيئات المعقدة [1].
- اقترح Sato and Hagiwara تحسين الخوارزمية الجينية باستخدام خوارزمية النحل التي تحاكي سلوك النحل في عملية الحصول على الغذاء [2].
- درس Karaboga سلوك النحل في جمع الغذاء واقترح خوارزمية جديد لمحاكاة هذا السلوك عند النحل من أجل حل مسائل الأمثلية المتعددة الأبعاد والمتعددة الوسائط تدعى خوارزمية النحل الاصطناعية ABC [3].
- وقدم Yang خوارزمية النحل Virtual Bee Algorithm (VBA) التي تستخدم في إيجاد الحل الأمثل لتوابع الهدف [4].
- قدم Basturk and Karaboga خوارزمية نحل اصطناعية ABC أخرى، ووسعا النتائج التجريبية لـ Karaboga (2005) [5].
- نشر Lucic and Teodorovic أول دراسة تعتمد على دراسة دكتوراه لـ Lucic لحل ست مسائل للبائع المتجول [6].
- هدف Lucic إلى استكشاف التطبيقات الممكنة لخوارزمية النحل في حل مسائل النقل الهندسية [7].
- اقترح Teodorovic and Dell'Orco خوارزمية النحل لتحقيق الأمثلية (Bee Colony Optimization) (BCO) وهي عبارة عن تعميم لخوارزمية النحل التي اقترحها Lucic عام (2002)م، تستطيع الخوارزمية BCO حل مسائل الاندماج الحتمية بالإضافة لإمكانية حل مسائل الاندماج التي تتسم بعدم اليقين(الاحتمالية)[8].
- اقترح Nakrani and Tovey خوارزمية نحل لتخصيص ديناميكية لخدمات الانترنت[9].
- وقدم Wedde وآخرون بروتوكولاً له قدرة كبيرة على التكيف والتوجيه القوي، مُستوحى من رقص النحل في خلية النحل لتوجيه شبكة الاتصالات السلكية واللاسلكية وسمي خلية النحل، ومن أجل تجريب هذه الخوارزمية تم تطبيقها في شبكة الانترنت اليابانية ومقارنتها مع AntNet & DGA & OSPF وأظهرت النتائج أن خلية النحل تحقق أداء أفضل أو مشابهة للخوارزميات الأخرى [10].

- قدم Bianco نموذج رسم الخرائط للملاحة بدقة عالية الذي أخذ إلهام الرسم من سلوك النحل في الملاحة. يقوم النحل في عملية البحث عن الغذاء في الملاحة لمسافات طويلة جداً، والسفر لعدة كيلومترات، ولكن في الوقت نفسه، يملك دقة ممتازة في عودتهم إلى خلايا النحل الصغيرة. أظهرت نتائج الاختبارات أن مثل هذه القدرات كافية للحصول على دقة جيدة [11].
- قدم Drias وآخرون طريقة ذكية جديدة تسمى سرب النحل الأمثل Bees Swarm Optimization وتختصر (BSO) وهي مستوحاة من سلوك النحل الحقيقي في عملية تقييم الأماكن التي تكون أغنى بالرحيق وغبار الطلع وجني العسل منها، تتكيف الخوارزمية المقترحة لحل مسألة (MAX-W-SAT) [12].
- وطور Quijano and Passino خوارزمية النحل من أجل حل مسألة Dynamic Resource[13].
- بالإضافة لخوارزمية النحل المدروسة في جامعة حيفا [14].

مما سبق نجد أن هناك عدداً من الطرق التي وُضعت لمحاكاة النحل في بحثه عن الغذاء، وعرفت كل طريقة من هذه الطرق بخوارزمية النحل، لقد طبقت ثلاث طرق لخوارزمية النحل في المسألة التي درستها الموضحة فيما يلي:

خوارزمية النحل باستخدام الإجراءات الإحصائية والاحتمالات التي يقوم بتطويرها مجموعة من الباحثين في معهد جورجيا- أطلانطا Georgia Institute of Technology في الولايات المتحدة وهما طريقتان:

- طريقة النحل العشوائية Randomized BEES Method.
- طريقة النحل التكيفية Adaptive BEES Method [15].

أما الطريقة الثالثة: طريقة النحل Bees Method، التي يقوم بتطويرها مركز MEC بجامعة Cardiff في المملكة البريطانية [16].

5. الخطوط العامة للأطروحة Outline of the Thesis

إن هذه الأطروحة تتألف من أربعة فصول. يضم الفصل الأول مقدمة عن البحث وأهدافه ومبرراته بالإضافة للدراسة المرجعية والخطوط العامة للأطروحة.

سيتم التحدث في الفصل الثاني عن عملية الدرفلة وأنواعها.

أما الفصل الثالث فيتحدث عن خوارزميات النحل مع شرح مفصل لثلاث خوارزميات مع الأمثلة التوضيحية.

وناقشت في الفصل الرابع الخطوات الأساسية التي توصلت إليها من تطبيق خوارزميات النحل المختلفة على عملية درفلة الحديد والمقارنات التي أجريتها والدراسة التحليلية التي توصلت إليها.

الفصل الثاني

CHAPTER TWO

Iron Rolling درفلة الحديد

1. مقدمة عن الحديد

الحديد عنصر كيميائي وفلز، من أقدم المعادن المكتشفة، يرمز له بالرمز Fe وعدده الذري (26) ، ويقع الحديد في الجدول الدوري في المجموعة الثامنة والدور الرابع، ويحتل الحديد المركز الرابع من حيث وجود العناصر في القشرة الأرضية، وتحتوي النيازك الساقطة على الأرض على كميات من الحديد قد تصل إلى (90%) من كتلة النيازك.

الشبكة البلورية للحديد على هيئة مكعب، تتوزع على كل زاوية من زواياه ذرة حديد(ثمانية ذرات)، وتقع الذرة التاسعة في مركز المكعب، والاوتونيوم، البناء الفريد في مدينة بروكسل يمثل نموذج الشبكة البلورية للحديد مكبراً (165) مليار مرّة، جاء البناء رمزاً لعظمة الحديد ودوره في حياة البشريّة.

كلمة حديدية ferrous جاءت من الكلمة اللاتينية *ferrum* وهي تعني الحديد ومنها أخذ الرمز الكيميائي لفلز الحديد Fe ومن ثم استخدمت للتعبير عن الحديد وسبائكه [17].

1.1. الحديد عبر التاريخ

من المؤكد استخدام الإنسان للحديد سنة (4000) قبل الميلاد تقريباً، واستخرج أساساً من النيازك واستخدم في سومر ومصر لأغراض الزينة وكرؤوس للحراب.

من الفترة (3000) إلى (2000) قبل الميلاد، عثر في بلاد ما بين النهرين والأناضول ومصر على حديد مستخرج صناعياً من النيازك (يتم التعرف على حديد النيازك عبر غياب النيكل). كما يبدو فإن هذا الحديد استعمل في الطقوس الاحتفالية فقط. ويعتقد أنه ناتج عن مخلفات تحضير البرونز [17].

2.1. الحديد في الثقافة العامة

يرمز الحديد في الثقافة العامة إلى القوة والصلابة ومن ذلك قولنا لا يفل الحديد إلا الحديد وقولنا سنضرب بيد من حديد. يشكل الحديد إحدى القواعد التي تقوم عليها حضارتنا. و يرجع كونه أكثر الفلزات استخداماً إلى خواصه القيمة، وإلى وفرة خاماته وسهولة الوصول إليها. ويتوزع بشكل غير متساوي في القشرة الأرضية. ونتيجة لعمليات جيولوجية، يتراكم الحديد في رواسب deposits مختلفة الحجم، وهو أكثر توافراً في باطن الأرض، ويعتقد أن نواة الأرض تتكون من كتلة من الحديد والنيكل في درجة حرارة (4000°) م تحت ضغوط عالية جداً [17] .

3.1. الحديد في القرآن الكريم

وردت كلمة حديد في عدة مواضع في القرآن الكريم، وهو من النعم التي أنعم الله على الإنسان بها لما له من أهمية في الحياة البشرية، فقد أنزل الله سبحانه وتعالى سورة أسماها سورة الحديد وذكر فيها أهمية الحديد وفوائده في الحياة البشرية، قال الله تعالى:

{ لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ} (٢٥) [سورة الحديد :٢٥]

فقد وجد علماء الكيمياء أن معدن الحديد هو أكثر المعادن ثباتاً، وقوة، ومرونة، وتحملاً للضغط، وهو أيضاً أكثر المعادن كثافة، وهذا يفيد في حفظ توازن الأرض، كما يعد معدن الحديد الذي يكّون ثلث مكونات الأرض أكثر العناصر مغناطيسية، وذلك لحفظ توازنها، هذا ما أكدته الآية الكريمة السابقة الذكر فمعدن الحديد هام جداً في حياة الإنسان ابتداءً من عنصر الحديد الذي يدخل في تركيب خضاب دم الإنسان في الجسم البشري وأغلب الكائنات الحية، مروراً بالأدوات البسيطة التي يحتاجها الإنسان المصنوعة من الحديد ووصولاً للسيارات والطيارات وغيرها [18].

4.1. استخدامات الحديد

استخدامات الحديد الصب (الحديد الزهر) :

يستخدم في صناعة الأدوات التي لا تتعرض للصدمات مثل: أنابيب المياه وأنابيب الغاز.

استخدامات الحديد المطاوع (الحديد اللين) :

ويستخدم في صنع المغانط الكهربائية المؤقتة المستخدمة في الأجهزة الكهربائية، كما يستخدم في قضبان التسليح المستخدمة في البناء.

استخدامات الحديد الصلب (الفولاذ) :

يستخدم في صناعة السفن وقضبان سكك الحديد والجسور.

استخدامات سبائك الصلب :

صلب النيكل: (المتكون من الحديد الصلب والنيكل) يجعل السبيكة تقاوم تآكل الصدأ مما يزيد من صلابتها ومتانتها وتستخدم في صناعة السيارات.

صلب الكروم : (المتكون من الحديد الصلب والكروم)، مما يجعل السبيكة أكثر صلابة وتستخدم في صناعة كرة من الحديد التي تسهل حركة محاور المحركات والتي يطلق عليها (رمان بلي).

يعتبر الحديد أكثر المعادن استخداماً في العالم حيث تبلغ نسبة إنتاج الحديد (95%) من الإنتاج العالمي للمعادن، ولأسباب كثيرة أهمها التكلفة المنخفضة لإنتاجه والمواصفات العالية كالقساوة والمتانة والصلابة، بالإضافة إلى مزايا أخرى كثيرة جعلت الحديد مادة لا يمكن الاستغناء عنها، وخاصة في صناعة هياكل السيارات وأبدان السفن الضخمة وهياكل الطائرات بالإضافة إلى معدات البناء والأجزاء الآلية المختلفة [17].

في الواقع لم تعرف البشرية أهمية الحديد الصناعية إلا في القرن الثامن عشر، حيث اتجه العالم فجأة إلى صناعة الحديد واكتشفوا أيسر الوسائل لاستخراجه.

وقد دخل الحديد الآن في كل المجالات الصناعية كأساس لها، بل أصبح حجر الزاوية في جميع استعمالات البشر فهو يستخدم كأنسب معدن في صناعة الأسلحة وأساساً لجميع الصناعات الثقيلة والخفيفة [18].

فتقدم الدولة عالمياً يقاس على استهلاكها وإنتاجها لمادة الحديد وسبائكها وأشهرها الفولاذ وهي أكثر مادة شيوعا واستخداما في كافة المجالات لما لها من خصائص عالية ومميزة [19].

2. تحويل (اختزال) خام الحديد[20]

إن صناعة الحديد والصلب تستخدم أنواعاً مختلفة من خامات الحديد الطبيعي (الأكاسيد، الأكاسيد المائية، الكربونات) وبقايا احتراق البيريت (أكاسيد الحديد المتبقية بعد اختزال الكبريت من البيريت) ونفايات وخردة الحديد والصلب.

يتم تحويل خامات الحديد بالاختزال إما إلى حديد صب في أفران الصهر أو في الأفران الكهربائية، أو بشكل كتل بعمليات الاختزال المباشر المختلفة، فقط عند الحاجة إلى حديد ذي نقاوة عالية لاستعمالات خاصة (في الصناعات الكيميائية مثلاً) فإنه يتم الحصول عليه بالتحليل الكهربائي أو بالعمليات الكيميائية الأخرى.

إن معظم الحديد يتم الحصول عليه من الحديد الخام مازال يستخرج عن طريق أفران الصهر (الأفران العالية) وتعتمد هذه الطريقة أساساً على خام الحديد كمادة أولية، إلا أنه يمكن أيضاً استخدام نفايات وخردة الحديد، وخامات الحديد المختزلة مسبقاً والفضلات الحديدية الأخرى.

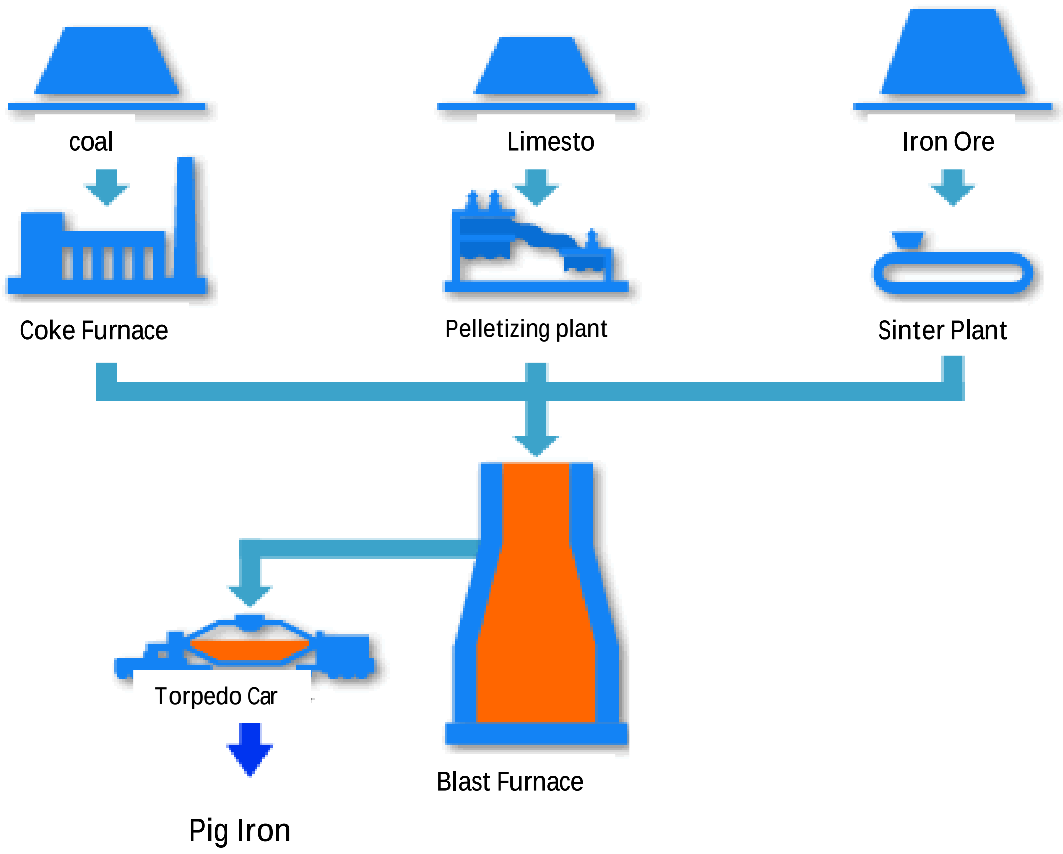
تتكون عناصر الاختزال في فرن الصهر بشكل أساسي من خامات الحديد وفحم الكوك والحجر الجيري. ويكون الحديد الذي تم الحصول عليه بهذه الطريقة في شكل حديد صب (زهر) مصهور. أما المنتجات الثانوية الناتجة فتكون عبارة عن خبث الحديد وغازات وغبار أفران الصهر ويتم تحويل معظم حديد الصب (الزهر) المصهور المنتج بهذه الطريقة مباشرة إلى صلب في مصانع إنتاج الصلب، ويمكن استخدام بعض منه في المسابك، لصناعة قوالب السبائك والأنابيب، وتصب الكمية المتبقية بشكل كتل في آلات الصب أو في أحواض رملية.

إن الحديد الصب (زهر) الصلد إما يعاد صهره مع خردة الحديد في أفران صناعة الحديد الصلب، وذلك لإنتاج الصلب أو يصهر ثانية مع خردة الحديد في مسابك الحديد أو في الأفران الكهربائية لتحويله إلى أشكال مصبوبة (مسبوكات).

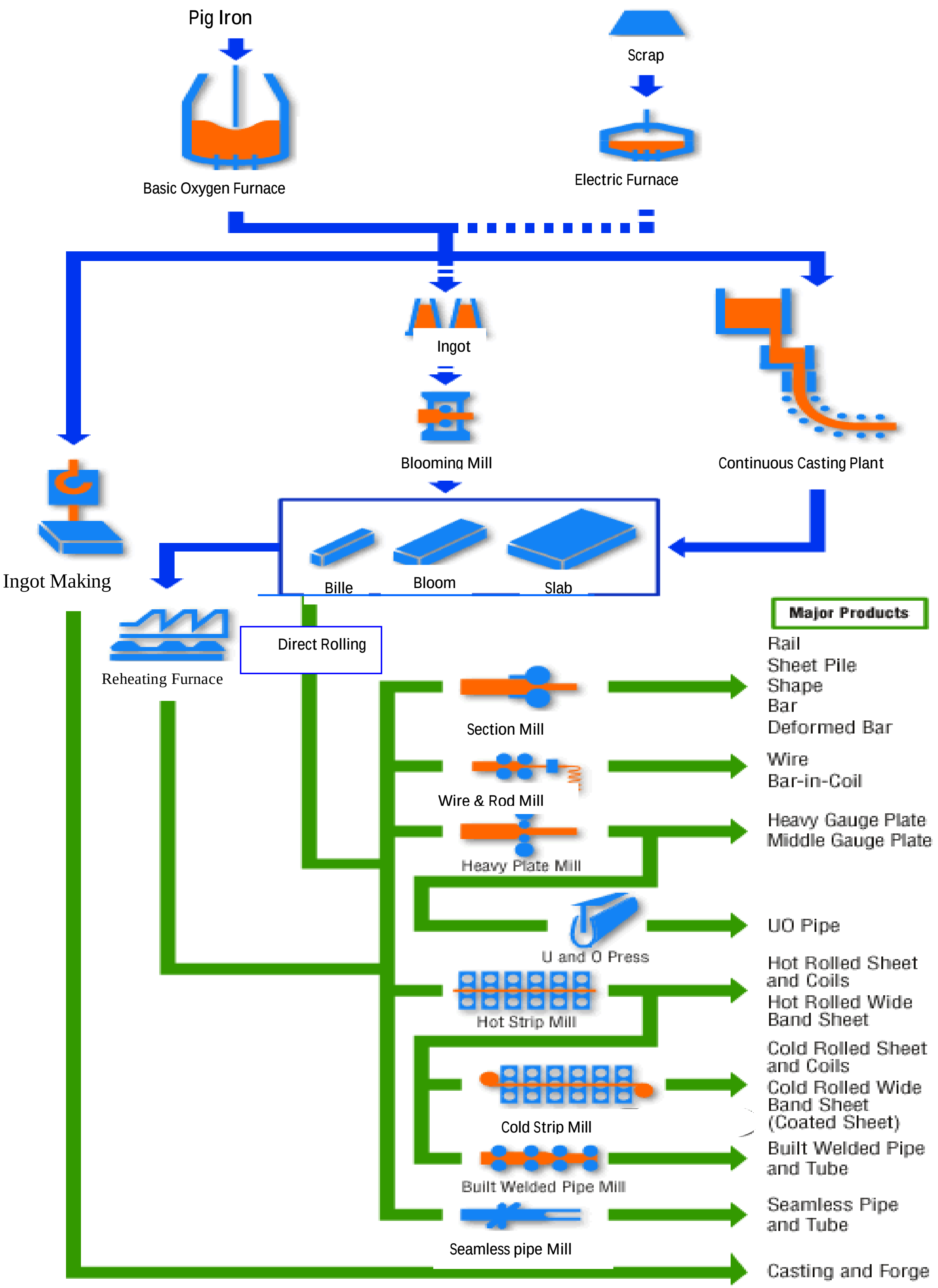
بالرغم من أن الصلب المنصهر يمكن أن يصب إلى أشكاله النهائية في قوالب (صب الصلب) إلا أن معظم الصلب المصهور يتم صبه في شكل سبائك بوساطة قوالب السبك.

بعد تصلد السبائك وتساويها في درجات الحرارة يتم درفلتها إلى منتجات نصف مصنعة (Bloom - Billet)، أو يصب الصلب المنصهر مباشرة ويتحول لأشكال نصف مصنعة بوساطة آلات الصب المستمر.

ومن ثم يتم تحويل المنتجات نصف المصنعة بعد ذلك إلى منتجات تامة الصنع، وتنقسم هذه المنتجات عادة إلى منتجات مسطحة (الصفائح والألواح، اللفائف) وإلى منتجات طويلة (القضبان، الأسلاك)، بالإضافة إلى القطاعات والزوايا وغيرها من الأشكال المختلفة للحديد. يوضح الشكل(2-1) التالي عملية الحصول على حديد الزهر ابتداء من خام الحديد، ويبين الشكل (2-2) عمليات التشكيل للحصول على الحديد المستخدم في الحياة العملية.



الشكل (2-1) مخطط عملية الحصول على حديد الصب (الزهر)



الشكل (2-2) مخطط لعمليات تشكيل الحديد

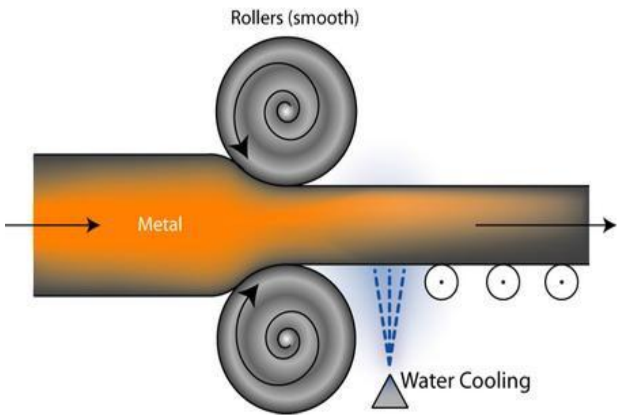
3. عملية الدرفلة Rolling

الدرفلة هي عملية صناعية تعتبر إحدى طرق تشكيل المعادن، وهي عملية مط وتسطيح المعادن أو ترقيقها وسحبها طولياً أو عرضياً بالشكل المطلوب.

تعتمد فكرة الدرفلة على تمرير المعدن عبر أجسام اسطوانية أو بكرات ثقيلة وذات صلادة عالية (تسمى الدرافيل) وذلك بهدف تقليل سمكه أو قطره.

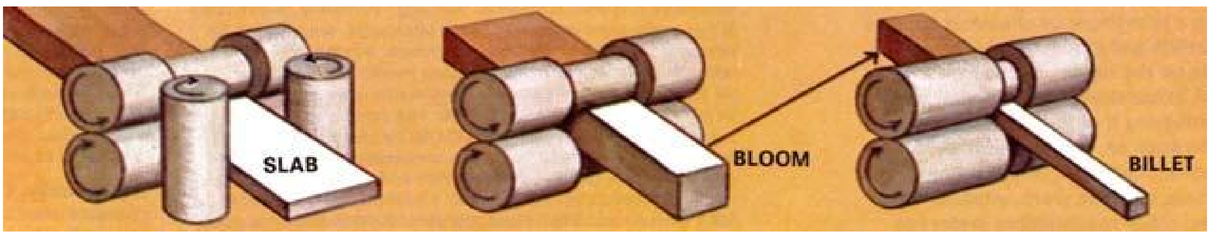
وبحسب شكل الدرفيل تتشكل المعادن إلى ألواح أو قضبان أو أي أشكال مسطحة الوجوه، وهي أشبه بعملية الطباعة بانزلاق المعدن بين درفيلين ضاغطين، وتعتمد بشكل عام على بكرات واسطوانات (الدرافيل) متقابلة ضاغطة بقوة تستطيع كبس المعدن ومطه وسحبه، وهي إما اسطوانات ملساء لتشكيل الصفائح أو بكرات محفورة لتشكيل القضبان [21].

يؤدي الاحتكاك التلامسي بين المعدن الجاري تشكيله وبين السطح الفعال للدرافيل إلى سحب للمعدن بشكل مستمر إلى داخل الفراغ بين اسطوانات الدرفلة (المركبة بشكل أفقي فوق بعضها البعض) مع تغير أبعاد شريحة المعدن بحيث تقل سماكته ويزداد طوله ويتغير مقطعه، يبين الشكل (2-3) عملية الدرفلة [22].



الشكل (2-3) عملية الدرفلة

ويتم تكرار هذه العملية في عدد محدد من المنصات من أجل إتمام عملية الدرفلة، يبين الشكل(2-4) تكرار هذه العملية للحصول على مقاطع مختلفة للمعدن المدرفل.



الشكل (2-4) صور لعملية الدرفلة

4. أنواع الدرفلة Kinds of Rolling

يوجد نوعان لعملية الدرفلة وذلك إما اعتماداً على درجة حرارة المعدن المدرفل أو على طبيعة تنفيذ التشكيل للمعدن وهما:

1.4. أنواع الدرفلة اعتماداً على درجة حرارة المعدن المدرفل

1.1.4. درفلة على البارد (cold rolling): تتم عملية الدرفلة بدرجة حرارة الجو العادي، يكون المعدن صلب، وتحتاج هذه العملية إلى بذل جهد أكبر من الآلة ولكنها أسهل وأقل معدات.

2.1.4. درفلة على الساخن (hot rolling): وهي تتميز بارتفاع درجة حرارة المعدن للوصول إلى درجة الليونة اللازمة للتشكيل الصفائحي أو القضباني أو ما شابه ذلك، أي إجراء عملية الدرفلة عند درجة حرارة بين نقطة التبلور السريع ونقطة بداية الانصهار، وهذا النوع من الدرفلة يستخدم في معامل صهر الحديد والزجاج والنحاس وغيرها من المعادن [23].

2.4. أنواع الدرفلة من حيث التشكيل

يوجد ثلاثة أنواع للدرفلة من حيث التشكيل وهي:

1.2.4. الدرفلة الطولية: وتتم عملية الدرفلة هذه بتمرير المعدن بين درفيلين يدوران في اتجاهين مختلفين.

2.2.4. الدرفلة العرضية: يكون محاور الدرافيل والجسم الجاري تشكيله متوازية، ويدور كلا الدرفيلين في اتجاه واحد، في حين يدور الجسم ذو المقطع الدائري في الاتجاه العكسي، وفي أثناء عملية الدرفلة العرضية يثبت الجسم الجاري تشكيله بين الدرفيلين بوساطة تجهيز خاص، ويتحقق ضغط الجسم على امتداد قطره (أي تخفيض القطر) وإعطاء مقطعه الشكل المطلوب بإضفاء شكل خاص على الدرفيلين، وتغيير المسافة بينهما. وبهذه الطريقة يمكن إنتاج منتجات ذات أشكال دائرية (المحاور والتروس وما إلى ذلك).

3.2.4. الدرفلة العرضية اللولبية (المائلة): فتنفذ بين درفيلين يدوران في اتجاه واحد، ومثبتين في ماكينة الدرفلة بحيث توجد بينهما زاوية معينة. وتستخدم ماكينات الدرفلة العرضية اللولبية لإنتاج المواسير [24].

5. أشكال الدرفلة (في مجال صناعة الحديد والصلب) Forms of Rolling

يتم الحصول بعملية الدرفلة على عدد من أشكال الحديد المختلفة وذلك حسب الغرض المراد استخدام الحديد فيه، وهذه الأشكال هي:

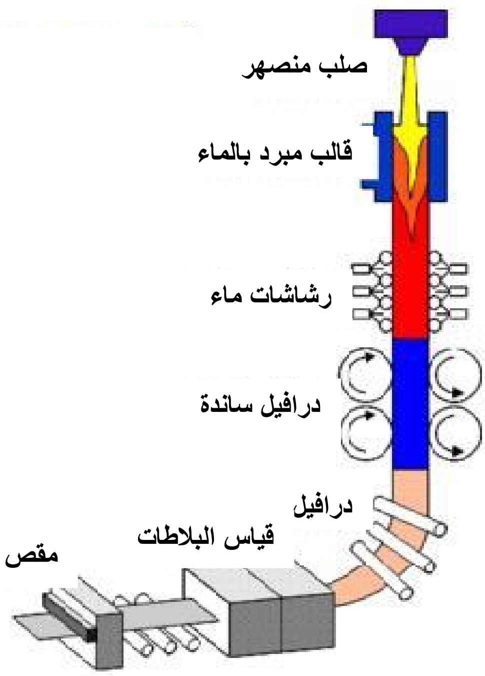
- درفلة أسياخ الحديد (حديد التسليح) ويتم ذلك عن طريق تمرير Billet عبر مجموعة من الدرافيل التي تقوم بتحويل شكله من مقطع مربع (13× 13cm) إلى مقطع دائري (بأقطار مختلفة من 10 mm إلى 40 mm) .
- درفلة الأسلاك وهي مشابهة لدرفلة الأسياخ ولكن يتم لف المنتج في صورة لفائف بدلاً من تقطيعه في صورة أسياخ.
- درفلة القطاعات ويتم عن طريقها إنتاج قطاعات الصلب التي تستخدم في المنشآت المعدنية.
- درفلة مسطحات الصلب: ويتم عن طريقها إنتاج لفائف الصلب (الصاج) الذي يستخدم في أغراض متعددة مثل هياكل السيارات والأجهزة المنزلية واسطوانات الغاز وغيرها [21].

6. درفلة الحديد Rolling the Iron

تتم هذه العملية بتمرير الحديد المطلوب درفلته بين درفيلين يدوران بنفس السرعة ولكن في اتجاهين متعاكسين، حيث يجري خفض السمك تدريجياً، وتوجد طريقتان للدرفلة على الساخن لصناعة أشكال شبه نهائية (slabs, bars, rounds, billets and blooms) هما: طريقة درفلة الكتل/التماسيح (ingot) وعمليات السباكة المستمرة الحديثة التي تصنع أيضاً أشكال شبه نهائية [25].

1.6. عمليات السباكة المستمرة الحديثة

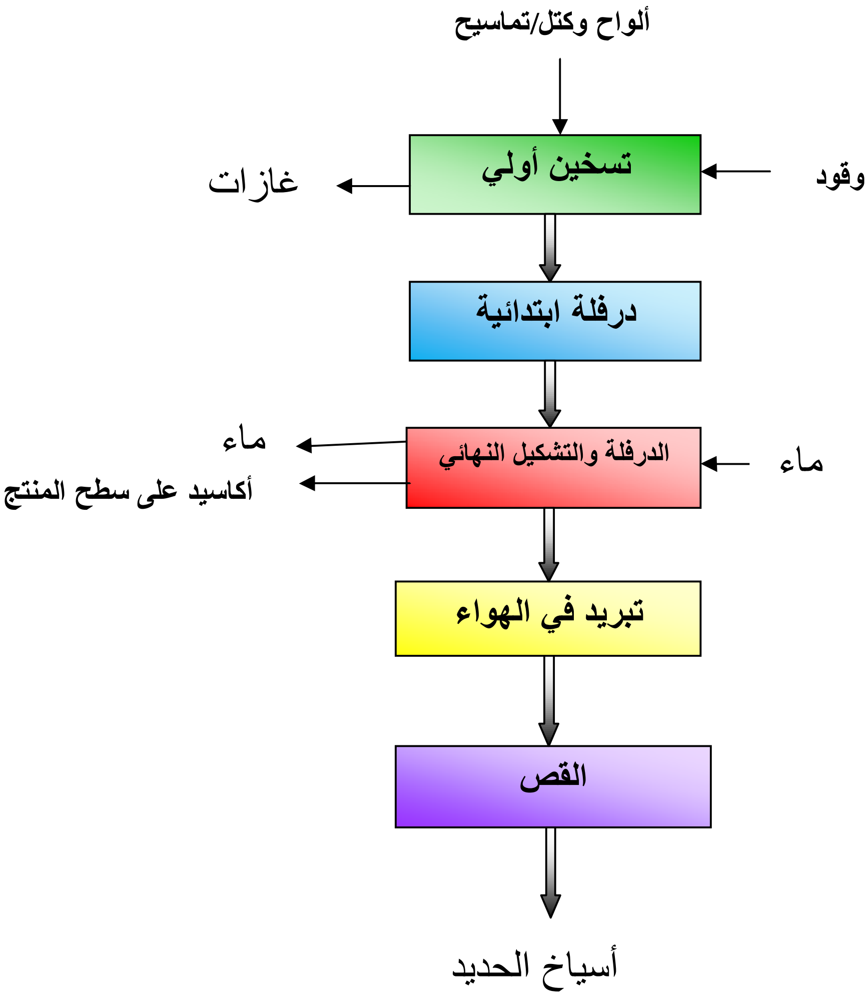
من التطويرات الحديثة الهامة في السباكة اختراع ماكينة الصب المستمر الشكل(2-5). في هذه التقنية تستمر التغذية بالفلز المصهور من الخزان ويسمح له بالتجمد السريع في القالب بحيث لا تبقى في أي وقت إلا بقعة صغيرة منصهرة أعلى القالب. وعند خروج الصبة المتجمدة من القالب تمر عبر مجموعة من الدرافيل تنظم عملية نزولها وتشكيلها. ويؤدى انكماش الفلز المتجمد إلى جذبه بعيداً عن جدران القالب. ويوجد بعد منصة الدرافيل لهب أكسى أستيلين يستخدم لقطع الصبات الخارجة بأطوال مناسبة. وهذه الطريقة مهيأة لعمليات الإنتاج الضخمة، وتخلو مصبوباتها من الفجوات لأن الفلز يتجمد بمجرد صبه، ومنتجاتها صغيرة الحبيبات بسبب التبريد السريع. وهي أيضاً أجدى اقتصادياً حيث يُشَكل الفلز المصهور مباشرة، في حين أنه في عمليات سباكة القطع تسخن الصبات المتجمدة قبل التشكيل، أي بعملية السباكة المستمرة يتحول مصهور المعدن إلى ألواح معدنية مباشرة.



الشكل (2-5) عمليات السباكة المستمرة الحديثة

2.6. طريقة الكتل /التماسيح

تتم عملية التسخين في طريقة التماسيح (ingot rolling) بوضع هذه التماسيح في أفران تسمى حفر التشبع (أفران غاطسة) (soaking pits) والتي تعيد تسخين الكتل/التماسيح في خطوط الدرفلة الابتدائية (roughing) تمهيداً لدرفلتها إلى مقاطع شبه نهائية، يسخن الحديد المراد درفلته إلى حوالي (1050°-1100°م)، ويتم وضعه على طرف خط الدرفلة، ثم يتم تحديد درجة الحرارة، العرض، السمك المطلوب، قوة الضغط المناسبة لعملية الدرفلة، وبعد تشكيل الحديد يرسل إلى التشطيب ثم يتم شحنه إلى التسويق مباشرة أو يتم إجراء عمليات أخرى عليه مثل درفلة على البارد والغلفنة، الشكل(2-6) يبين المخطط الصندوقي لعملية الدرفلة [26].



الشكل(2-6) مخطط صندوقي لعملية الدرفلة على الساخن

7. مصانع الدرفلة

غالباً، لا تملك هذه المصانع وحدات صهر وصب الصلب وتعتمد في سد احتياجاتها على المنتجات نصف المشكلة (billets and blooms) وذلك بشرائها من مصانع أخرى، وتقوم هذه المصانع بعملية الدرفلة فقط لتحويل المنتجات نصف المشكلة إلى منتجات نهائية.

يتم تحديد قوة الضغط اللازم لعملية الدرفلة الجيدة عن طريق التحكم بسرعة الدرافيل بوساطة محركات تيار مستمر، وعند حدوث تغيير في قطر اسطوانات الدرفلة خلال العملية الإنتاجية، فإن عمل هذه المحركات لن يتسم بالدقة، مما يسبب مشاكل في العملية الإنتاجية ومن أهمها انقطاع الحديد خلال عملية السحب.

تبين بعض الدراسات أنه بعد تجاوز كمية الإنتاج لحديد التسليح قيمة معينة فإن أشكال اسطوانات الدرفلة تتغير بسبب التآكل (تتناقص أنصاف أقطار الدرافيل) فيؤدي ذلك إلى توسع فتحة مرور الحديد بين الدرفيلين المشكلين، مما يتطلب إعادة خراطة وتسوية اسطوانات الدرفلة، وهذا بدوره يتطلب إعادة معايرة

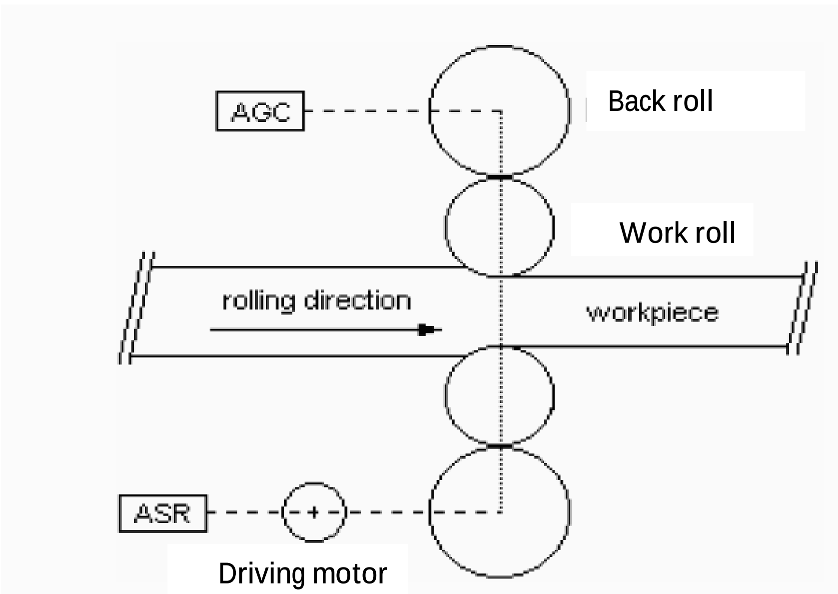
سرعة المحركات على المنصات المختلفة من جديد للمحافظة على شكل الحديد المطلوب تصنيعه وعدم تعرض الحديد للقطع أو الالتواء نتيجة اختلاف سرعات محركات الدفع والدرفلة والسحب بين مختلف المراحل.

8. واقع التحكم في أحد معامل سحب ودرفلة الحديد

إن عملية تنظيم سرعات محركات الدرفلة خلال عملية السحب تتم باستخدام أحد الأساليب الكيفية (Qualitative Methods) وهو أسلوب الحدس الشخصي (Conjectural Method) الذي يعتمد على عدد من الأمور ومن أهمها خبرة الشخص السابقة والمعلومات المتوفرة لديه وقدراته الذهنية فيتم إيجاد الحل على أساس شخصي، فيقوم خبراء في المعمل بالتحكم بسرعة كل من هذه المحركات وتعيير ارتفاع اسطوانات الدرفلة عن مستوى عجينة الحديد الساخن باستخدام الحدس الشخصي للخبير، إن هذا الأسلوب في التحكم لا يستخدم طرق علمية موضوعية محددة أو معايير معينة، ويتأثر بحالة الشخص الخبير بالإضافة إلى أنه يحتاج لفترة طويلة من الزمن لاكتساب هذه الخبرة.

لذلك نلجأ للطرق الكمية Quantitative Method بتطبيق الأساليب الرياضية Mathematical Method وعلى الأخص أساليب بحوث العمليات Operations Research Method والأساليب الإحصائية، من أجل نمذجة عملية التحكم بهذه العملية الصناعية المتقطعة وتنظيمها وبالنتيجة تم وضع بعض القواعد اللازمة لعملية المعايرة التي تفيد في تحقيق انتظامية العمليات الصناعية المتقطعة.

كذلك قمنا من خلال البحث بوضع قواعد لأتمتة عملية تنظيم سرعة المحركات، بحيث تم حساب سرعة المحرك المرتبط باسطوانة الدرفلة المشوهة (المتآكلة) ومن ثم تغير السرعة بالشكل المناسب لتنظيم عملية السحب والدرفلة بشكل صحيح، والشكل (2-7) يبين مقطع طولي للدرفيل مع وحدات التحكم.



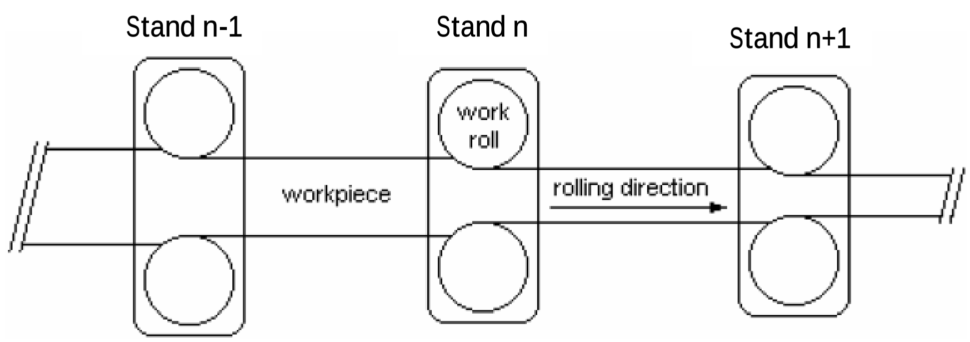
الشكل(2-7) مقطع طولي للدرفيل مع وحدات التحكم

حيث إن:

AGCs: وحدات التحكم بفجوة الدرفلة اتوماتيكياً، يستخدم للتحكم بفجوة الدرفلة والضغط.

ASRs: منظمات السرعة اتوماتيكياً، يستخدم للتحكم بالتدفق الحجمي للمعدن[27].

وقد تم استخدام إحدى الخوارزميات الطبيعية وهي خوارزمية النحل (Bees Algorithm) بثلاث طرق مختلفة، والمقارنة بينها، الطريقة الأولى والثانية: خوارزمية النحل باستخدام الإجراءات الإحصائية والاحتمالات التي يقوم بتطويرها مجموعة من الباحثين في معهد جورجيا- أطلانطا Georgia Institute of Technology في الولايات المتحدة، أما الطريقة الثالثة: خوارزمية النحل التي يقوم بتطويرها مركز MEC بجامعة Cardiff، حيث طبقت من قبل أحد الباحثين من أجل ايجاد عدد من الحلول المثلى لتنظيم سرعة تدفق المعدن المدرفل metal rolling بين مختلف الوحدات الإنتاجية aggregate، على اعتبار أن المحرك مع وحدة القيادة الموضعية بمثابة وحدة إنتاجية aggregate [28]، حيث تمكنت من الحصول على عدد من الحلول الأمثلية لتنظيم السرعة السابقة الذكر، وقارنت بين هذه الطرق المختلفة، وفي النهاية تم الحصول على نمذجة خط إنتاج لسحب ودرفلة الحديد بحيث تنتظم فيه العملية الإنتاجية في مختلف منصات العمل كما في الشكل (2-8).



الشكل (2-8) مخطط تمثيلي لخط إنتاج لسحب ودرفلة الحديد [27]

9. نمذجة عملية تنظيم عمل مجموعة الوحدات الإنتاجية في معمل سحب ودرفلة الحديد على الساخن [28]

يتم تقسيم نظام التحكم إلى بنية هرمية متعددة المستويات وهي:

مستوى التخطيط- مستوى التحكم الكمي- مستوى التحكم الكيفي- مستوى التحكم المباشر.

ترتبط المستويات الثلاثة الأولى بمتطلبات السوق من عملية الإنتاج وبإمكانية التصنيع المتوفرة في المعدات الصناعية الموجودة في مستوى التحكم المباشر.

إن نظامَ التحكم بعمليةِ الدرفلة على الساخن هو نظام معقّد ولَهُ نموذج رياضي Mathematical model مميز. يمتلك مثل هذا النظام العديد مِنْ الطرقِ المعقّدةِ للتَعَامُل مع الكمياتِ الكبيرةِ مِنْ معلوماتِ العمليةِ

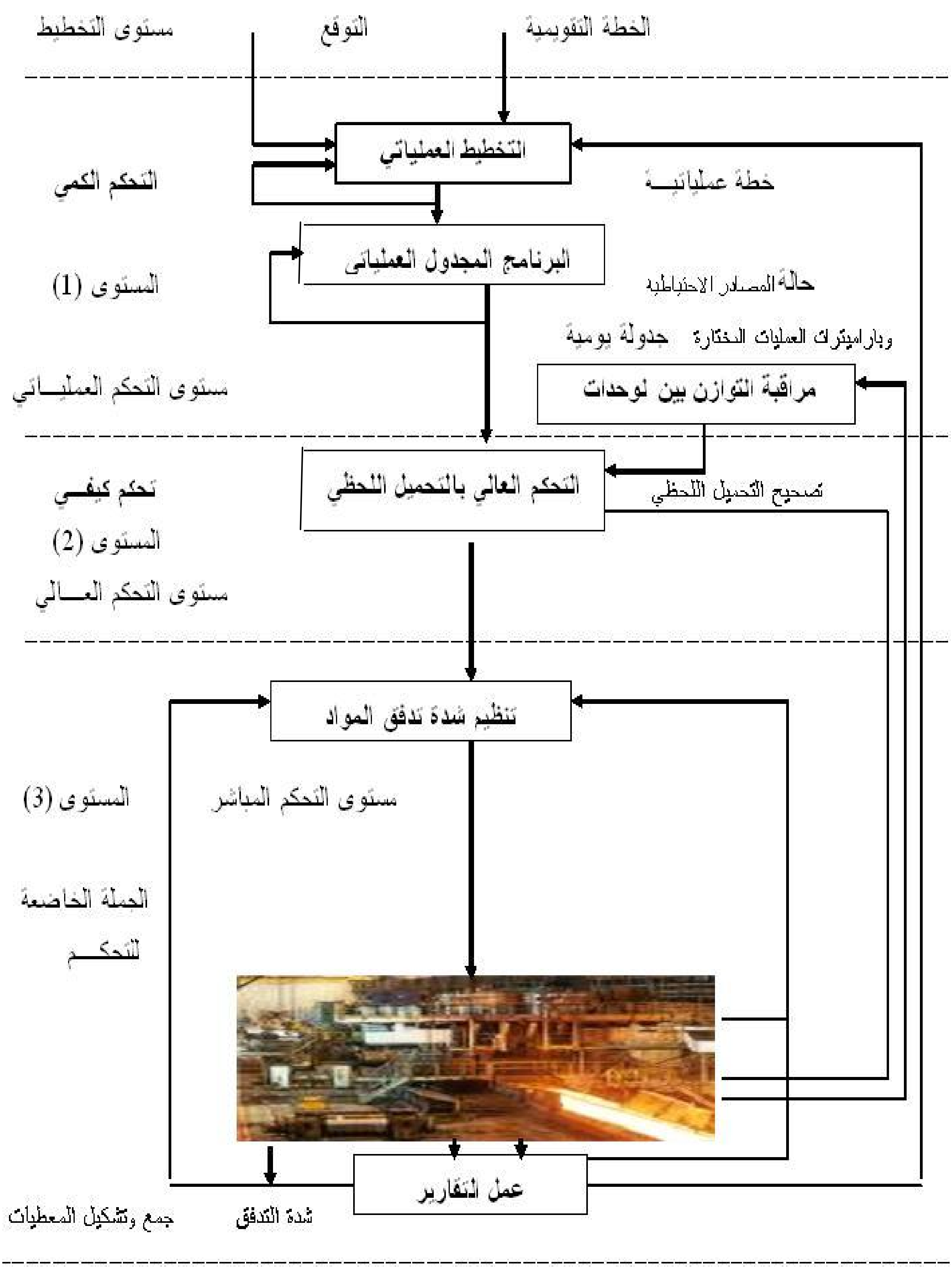
الحقيقيةِ. عرّفتْ هذه النماذج لِكي تَكُون في ثلاث طبقاتِ تَقِعُ تحت نموذج النظامِ الكاملِ لعمليةِ التحكم بالدرفلة المستمرة. تتسم عمليةِ الدرفلة على الساخن بالمواصفات التالية:

I. الكميات الكبيرة للمعلوماتِ والبارامترات

هناك عدد كبير مِنْ أنواعِ المعلومات والبارامترات في عمليةِ التحكم بعملية الدرفلة، وهي تَتضمّنُ: قطر الاسطوانة، أبعاد وشكل مقطع المعدن، درجةَ حرارة الاسطوانة، السَماكة، والطول.. الخ، إضافة إلى بيانات عمليةِ متوسّطةِ تَتضمّنُ مسافة فجوة الدرفلة، عزم الطْي.. الخ.

II. الطرق المعقّدة

وهذا يَعْني أن معالجة المعلوماتِ والبارامترات المتعلقة بنظام الدرفلة هي عملية معقدة، وذلك بسبب وجود نظام خطيّ ونظام لاخطّي في عمليةِ الإنتاج الحقيقيةِ، حيث تتداخل فيها مجموعة كبيرة من البيانات التي تتعلق بنظام التحكم من الجانب الكهربائي والميكانيكي والميكاترونيكس.



الشكل (2-9) بنية نظام التحكم بتدفق المواد في الجمل الصناعية متعددة المستويات

III. النماذج المعقّدة

وهي تقدم وصفاً للنماذجَ العمليةَ مِنْ زوايا مختلفةِ، وذلك وفق هدف الدراسة، حيث تشكل مجموعة النماذج في الطبقات المختلفةِ النموذج الكاملِ للنظام.

IV. الاضطراب المعقّد

يوجد عدد كبير من المتغيرات في عمليةِ الدرفلة المستمرةِ على الساخن، مثل: اختلاف تغير سرعة دوران المحركات، انخفاض جهد التغذية، درجةِ حرارة الاسطوانة، السماكة، التوقف اليدوي والعوامل المتقلّبة الأخرى، ويعتبر وصف خصائص الاضطراب واحدةً من أهم مهامِ النماذجِ المدروسة.

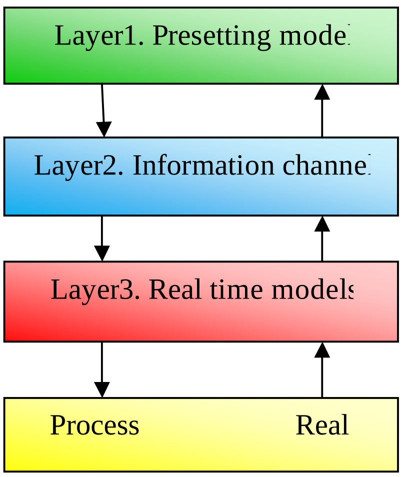
10. نمذجة النظام

إن تعقيد عمليةِ الدرفلة المستمرةِ على الساخن يجعل نموذج النظام معقداً ومتعدّد المستويات

الشكل(2-9)، كما أن النماذج في الطبقات المختلفةِ تمتلك متطلبات مختلفةَ وتُنجزُ أهدافاً مختلفةَ تَشْملُ النظامِ النموذجيِ لعمليةِ الدرفلة المستمرة على الساخن. تعرض نمذجة النظامَ الكاملَة بحيث يَكُونَ هناك ثلاث طبقات، ولكُلّ طبقة نموذجٌ وخوارزميةٌ مختلفةٌ عن الطبقة الأخرى. إنّ نمذجةَ النظام الرياضية هي:

$$Ms = \sum F_{ij}$$

حيث Ms نموذج النظام، أما i فهو ترتيب الطبقة، هنا i=1;2;3 ، أما j فهو عددُ النماذج المتشكّلة في نفس الطبقةِ وهو يعمل على تحسين الوصول للهدف التقني، هنا j= 1;2 . يبين الشكل (2-10) مخطط نمذجة النظامِ.



الشكل (2-10) مخطط نمذجة لنظام درفلة على الساخن

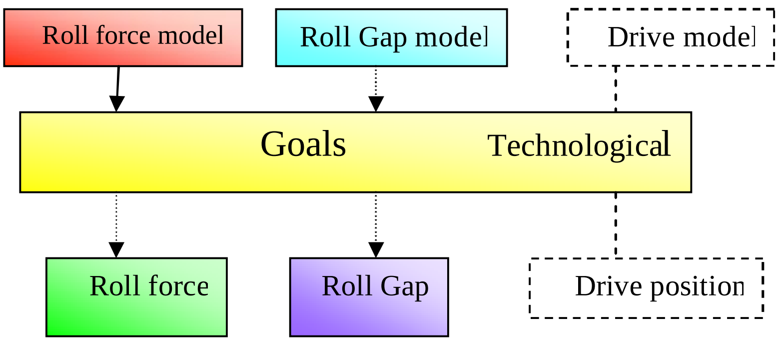
يعطي النموذج في الطبقةِ الأولى المعلوماتِ الأساسيةَ عن عمليةِ التحكم، وذلك لتَلْبِية متطلباتِ الأهدافِ التقنيةِ لعملية التصنيع، وتشمل معلوماتٍ اقتصاديةً أو خططاً إنتاجيةً، وتُرسل معلوماتٍ دقيقةً إلى الطبقةِ الثانيةِ، حيث تبنى النماذج الأولية في الطبقةِ الثانية لإرسالِ المعلومات. إنّ النماذجَ في الطبقةِ الثالثة هي نمط on-line والتي تأخذ الدور الأكثر أهميةً في الاستقرار ودقةِ عمليةِ التحكم وتنظيم سرعة تدفق المواد بين الوحدات Aggregates.

1.10. نماذج الطبقةِ الأولى

1.1.10. التركيب

تهتم النماذج في الطبقةِ الأولى بتنظيم العملية الصناعية، وتعمل تركيبةِ النموذج للطبقةِ الأولى على تحقيق متطلبات العمليات التقنية وترسل أوامر لتحقيق عمليةِ التحكم الكمي. هذه الأوامر تترجم كمعلومات للتحكم مثل: فجوة الدرافيل، وسرعة المحركات، وتقدم هذه المعلومات إلى الطبقةِ الثانيةِ والتي بدورها ترسلها للمستوى الثالث لتنفيذ الأوامر.

لا تقدم النماذج واحدةً بعد الأخرى بل تكون مترابطة بشكل وثيق خلال تنفيذ العملية الصناعية كما هو في الشكل(2-9). نشير إلى أن عدد النماذجِ سيَزِيدُ بعد توسيع (تطوير) أهداف العملية التقنيةِ التي تتضمّنُ دقةَ أبعادِ المُنتَجِ...الخ. وعلى سبيل المثال فإن تَلْبِية متطلباتِ أعلى للجودة تتطلب إدخال معلومات إضافية على النماذج، علماً أن مثل هذه المتطلبات تظهر عند وجود المنافسة في جودة الإنتاج.



الشكل (2-11) بنية نموذج الطبقةِ الأولى

2.1.10. التنظيمات

عندما يتطلب الأمر رفع سوية الأهداف التقنية، فإن النماذج وترتيبها في الطبقة الأولى تصبح أكثر تعقيداً. تعطى المهام الأساسيةَ للنماذجِ في الطبقةِ الأولى معلومات التحكم حول حالة تدفق المنتج بين مختلف الوحدات لتحقيق خطة الإنتاج المتوقّعةِ. إن القيم الأكثرَ دقةً، والمتعلقة بضرورة الحصول على جودة أفضل للمُنتَجات، لَها ارتباط وثيقٌ بنماذجِ الحالة في الطبقةِ الأولى، فعلى سبيل المثال، لتحقيق هدف أعلى للتحكم بأبعاد المنتج، فإن دقة النماذجِ تَرتبطُ بدقة أبعاد الفجوةِ بين الدرافيل وكذلك بنموذجِ قوةِ محرك الدرفلة، لأن تحميل النماذجِ وكذلك فروع النمذجةِ الأخرى يَجِب أَنْ تعدّل حسب الحالة.

تَأْخذُ دقة النماذجِ في الطبقة الأولى دوراً مهماً في تحسين دقةِ فجوةِ الدرافيل الذي يرتبط مباشرة بدقةِ سماكة المُنتَجَ.

2.10. تركيب ووظيفة الطبقةِ الثانية

وتشمل:

1.2.10. وظيفة اتصال: إنّ المهمة الأساسيةَ للطبقةِ الثانيةِ إرسال المعلوماتِ بين الطبقاتِ، وكطبقة متوسّطة فإن الطبقةَ الثانيةَ تنقل معلوماتٍ بين الجانبين.

فمن الناحية الأولى هي معلومات حالة الطبقةِ الأولى والتي تُرسلُ للطبقة الثالثة، ومن الناحية الأخرى، تستقبل معلومات حول العمليةِ الإنتاجية الحقيقيةِ وترسلها للطبقة الأولى. إنّ طريقةَ الاتصال لَها ارتباط وثيقُ بالحاسباتِ التي هي دائماً الاختيار الأولُ لعمليةِ التحكم في عملية الدرفلة المستمرةِ على الساخن. يستخدم نظام التحكم متعدّد الحاسوب في صناعة الحديد والفولاذ بوجود أدوات القيادة ونظامِ الحاسوب الصناعي.

2.2.10. بيانات مهام التشغيل: بالإضافة إلى القدرةِ القويةِ للاتصال المذكورة أعلاه، فإن النماذج فـــي الطبقـــةِ الثانيةِ يَجِبُ أَنْ تتمتع بالقدرة على إجراء الحسابِ لئلا يتم إلقاء عبءٍ ثقيلٍ مِنْ الحساباتِ على الطبقةِ الثالثةِ.

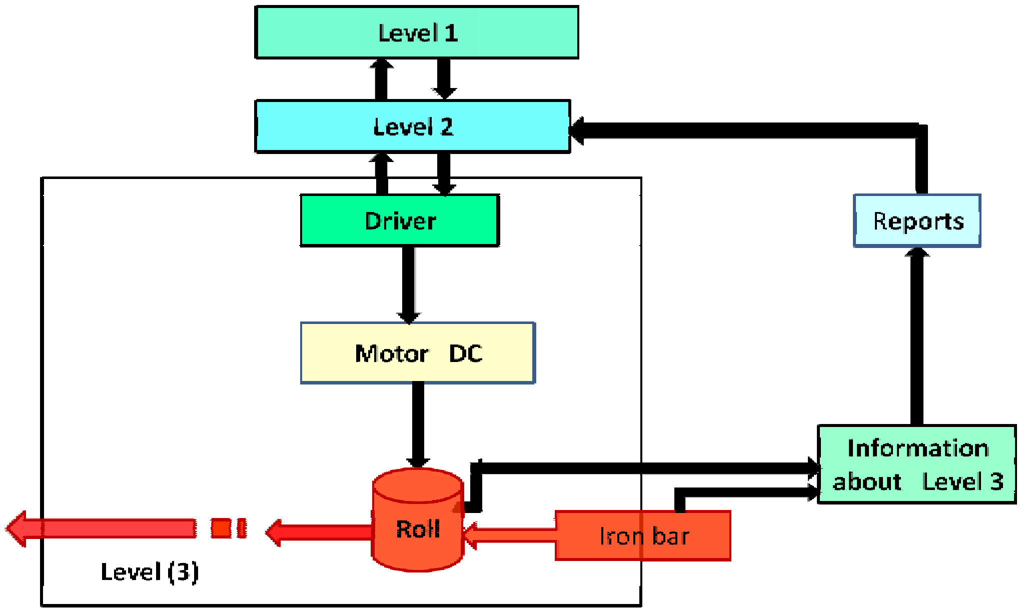
3.10. تركيب ووظيفة الطبقةِ الثالثة

إن النماذج في الطبقةِ الثالثة هي مفتاح نظامِ النموذج الكاملِ، ولَها ارتباط وثيقُ بالاستقرار ودقةِ التحكم بالعمليةِ الحقيقيةِ مثل تنظيم سرعة محركات الدرفلة لتحقيق الخطة الإنتاجية حول كمية تدفق المنتج.

إنّ هدفَ الطبقة الأولى هو إعطاء متطلباتِ هدف العملية التقنيةِ، بينما هدف الطبقة الثالثة هو إنجاز هذه المتطلبات. فمن ناحية أولى، فإن النماذج في الطبقةِ الثالثة يَجِبُ أَنْ تَضْمنَ استقرار العمليةِ الحقيقيةِ، وفق شروط العمل، ومن ناحية أخرى، فإن دقة النماذجِ في الطبقةِ الثالثة تعتمد على تقديرات الدرجة الأولى في تَحسين دقةِ أبعادِ المُنتَجِ خلال الدرفلة المستمرة على الساخن.

11. خوارزمية التنظيم

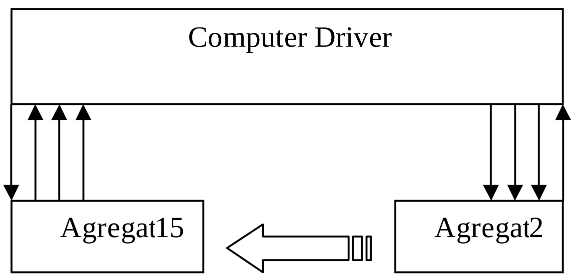
تبين لنا خلال متابعة مراحل تصنيع الحديد أن أقطار اسطوانات الدرافيل تتغير مما يتطلب معايرة سرعة محركات الدرفلة بحيث نستطيع المحافظة على انتظام العملية الإنتاجية.



الشكل (2-12) نمط بنية الوحدة الإنتاجيه Aggregate للمستوى الثالث

يبين الشكل(2-12) طريقة التمثيل كمخطط صندوقي. حيث تشتمل المعلومات حول حالة التجهيزات في المستوى الثالث (سرعة المحرك، مقطع المعدن، قطر اسطوانة الدرفيل)، كما أن كل مجموعة هي وحدة متعددة الدخول والخروج.

ويبين الشكل(2-13) طريقة ربط المنصات الإنتاجية بشكل تسلسلي، حيث أن الخط المستخدم في عملية الدرفلة يتألف من أربع عشرة وحدة إنتاجية.



الشكل (2-13) تمثيل عملية إنتاج تسلسلية لمختلف الوحدات

لقد بينت الدراسة أن حدوث تغير في أقطار اسطوانات الدرافيل يؤدي إلى عدة مشاكل في سير العملية الإنتاجية وهي:

- حدوث انقطاع في خط الحديد خلال انتقال الحديد من منصة إلى أخرى.
- تقوس الحديد بين المنصات مما يؤدي إلى خروج الحديد من سكة النقل بين مراحل الدرفلة.

إن عملية تنظيم السرعات بين مراحل الدرفلة تتطلب اختيار معامل نرمز له بـــ X لتوحيد التدفق الحجمي للمعدن بين مختلف مراحل الدرفلة المتتالية.

12. معامل الانزلاق

يتم التعبير عن الانزلاق الأمامي للمعدن بين اسطوانتي درفيلين متتاليين بنسبة مئوية وفق العلاقة:

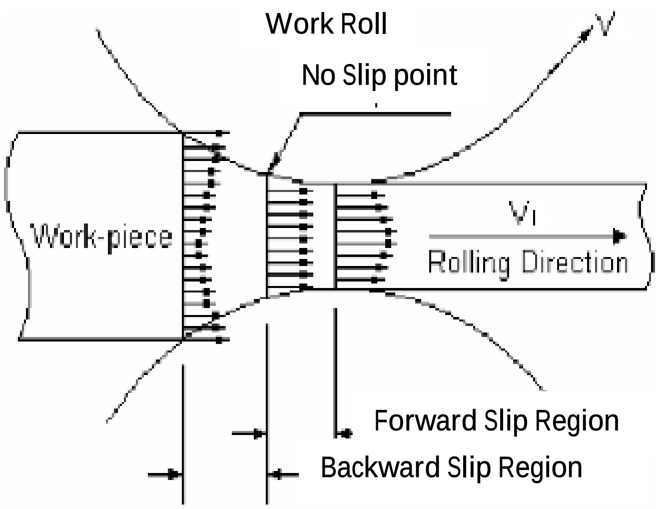
$$f_i = \frac{v_i - v}{v} \bullet 100\ \%$$

حيث :

v: السرعة المحيطية للدرفيل.

vi: سرعة الطرف الأمامي لشريحة المعدن.

يبين الشكل(2-14) مقطع طولي للدرفيل والحديد خلال عملية التشغيل [27] .



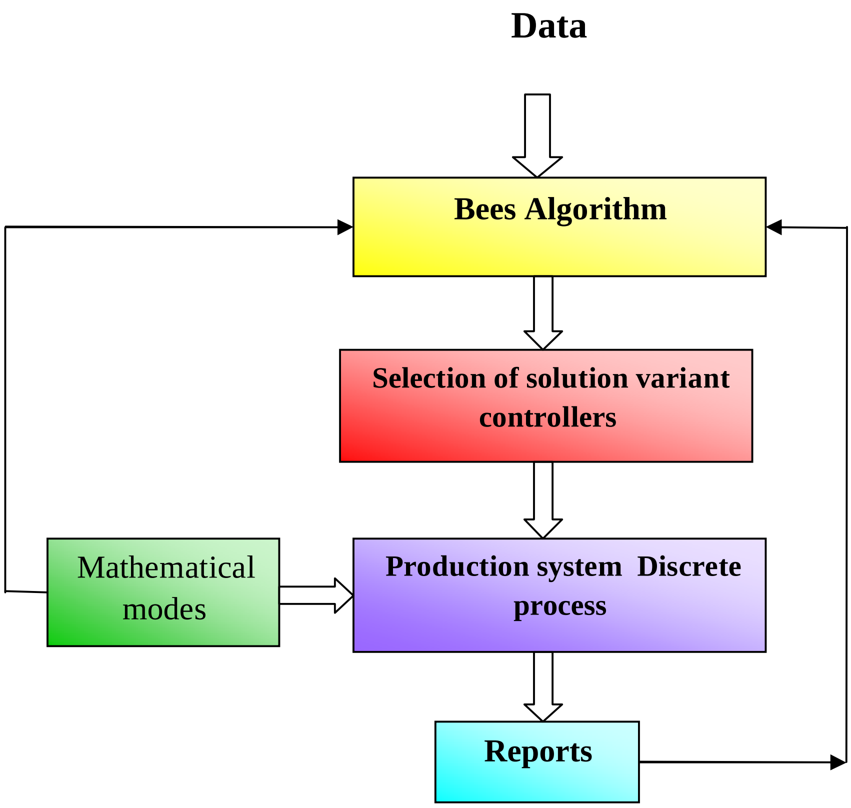
الشكل (2-14) مقطع طولي لعملية الدرفلة

يتم تعيين الانزلاق الأمامي في كثير من الحالات بالتجربة أو بالخبرة العملية ويتراوح مقدار الانزلاق ما بين

(3-6%) من السرعة المحيطية للدرافيل [24].

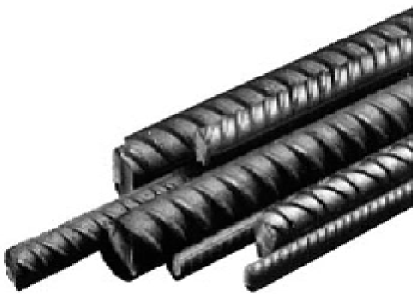
13.خوارزمية النحل للبحث عن المعامل العشوائي الأمثل

قمت خلال هذا البحث بتطبيق خوارزمية النحل لإيجاد الحل الأمثل وذلك لتقليل خطأ اختلاف سرعة تدفق المعدن والحصول على سرعة تدفق حجمي للمعدن منتظمة بين جميع المنصات الإنتاجية الشكل(2-15).



الشكل (2-15) مبدأ ربط خوارزمية النحل كنظام تحكم بالعملية الإنتاجية

إذاً: بتطبيق عملية الدرفلة الطولية على عجينة الحديد يتم الحصول على حديد التسليح المستخدم في عملية البناء الشكل(2-16) بأطوال وأقطار مختلفة (12mm,10mm,8mm) حسب الطلب وحاجة السوق، فالمعمل المدروس (14- منصة) ينتج حديد التسليح ذو قطر (8mm).



الشكل (2-16) حديد التسليح المستخدم في عملية البناء

الفصل الثالث
CHAPTER THIRD

Bees Algorithm خوارزمية النحل

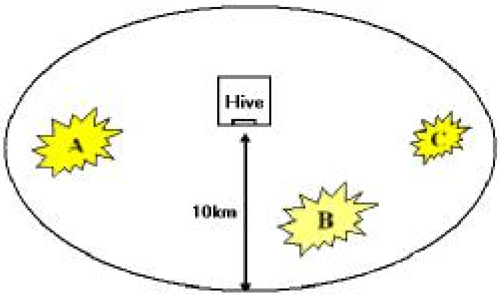


خوارزمية النحل Bees Algorithm

النحل من المستعمرات ذات النظام الاجتماعي الدقيق المحكم، الذي تعجز عن تقليده أرقى المجتمعات البشرية، فهو مجتمع قائم على أعلى مستويات التعاون والتكامل، والاختصاص والعمل الدؤوب المنتج، والتنظيم المعجز، بأمر تكويني لا بأمر تكليفي. لذلك لا يمكن أن تجد في هذا المجتمع خللاً، ولا فساداً، إنه كمال خلقي مطلق شاءت حكمة الله عز وجل أن يُخلق على هذا المستوى من التنظيم.

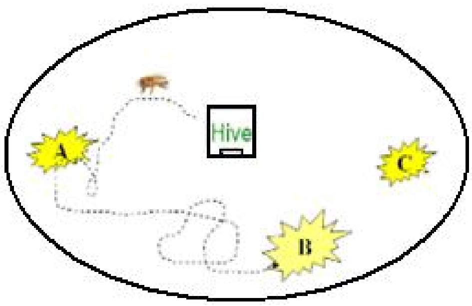
1. النحل في الطبيعة Bees in nature

تقوم النحلات الكشافة (scout bees) في مستعمرة النحل بالبحث عبر مسافات طويلة (أكثر من 10كم) وفي اتجاهات مختلفة لاستكشاف أكبر عدد ممكن من مصادر الغذاء (الرحيق، غبار الطلع) .(nectar or pollen)



الشكل (3-1) عملية البحث عن الغذاء (أكثر من 10 كم)

حيث تتحرك النحلات الكشافات من موقع إلى آخر بشكل عشوائي، إن كل نحلة كشافة تستطيع أن تتذكر المكان الذي وجدت فيه أزهاراً أكثر وتتبادل هذه المعلومة مع باقي أفراد الخلية.

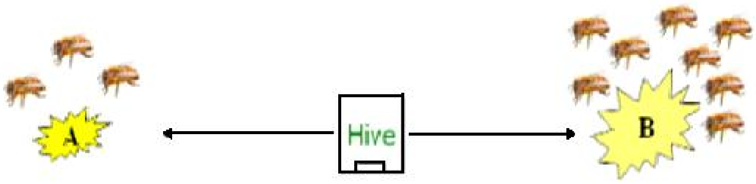


الشكل (3-2) عملية البحث العشوائي

يمكن بطريق المصادفة أن تطير النحلة فوق مكان يحوي أزهاراً أكثر من أي مكان تم تحديده من قِبل أي نحلة أخرى وبالتالي ستتم عملية جر عدد أكبر من النحلات باتجاه تلك المنطقة.

يتم تحديث سرعة واتجاه كل نحلة كشّافة باستمرار اعتماداً على مدى النجاح في إيجاد مناطق الأزهار بالمقارنة مع النحلات الأخريات، وتقوم كل نحلة مستطلعة (كشّافة) بفحص المنطقة المُزارة ومقارنتها مع المناطق التي تم رصدها سابقاً من حيث فعالية الغذاء فيها (كمية الرحيق وغبار الطلع) على أمل إيجاد المنطقة ذات التركيز الغذائي الأعلى، بهذه العملية سيتم اكتشاف كامل الحقل وسيتم تحديد المنطقة ذات التركيز الغذائي الأعلى في نهاية عملية البحث.

يتم إرسال عدد أكبر من النحلات العاملات إلى المناطق الغنية بالأزهار، أما المناطق الفقيرة بالأزهار وغبار الطلع فيتم إرسال عدد قليل من النحلات إليها.



الشكل (3-3) عملية إرسال عدد أكبر من النحلات العاملات إلى المناطق الغنية بالغذاء

أثناء جمع الغذاء يقوم النحل بمراقبة مستوى الغذاء وهذا مهم وضروري لتقرير فيما إذا كان هذا الموقع ما زال مناسباً كمصدر للغذاء أثناء عملية الاستكشاف القادمة بعد العودة إلى الخلية، فإذا كان هذا الموقع ما زال مناسباً عندها سيتم اعتماده وسيرسل عدد أكبر من النحل إلى ذلك الموقع [29].

وضمن بعض الدراسات تبيّن أن النحلة المستطلعة وزيادة في تحديد المرعى وسهولة إيجاده من قِبل الأخريات تفرز عليه مادة ذات رائحة سهلة الاكتشاف من قِبل العاملات الأخريات التي تلقّت من النحلة المستطلعة (الكشّافة) المعلومات الخاصة بالمرعى [30].

ويتمتع النحل بقدرة على الإحساس بالزمن يصعب تفسيرها، فيعرف متى تفرز أزهار كل نوع من النباتات رحيقها، ومتى تنثر حبوب لقاحها، ثم يداوم على زيارة كل منها في الموعد المناسب[19].

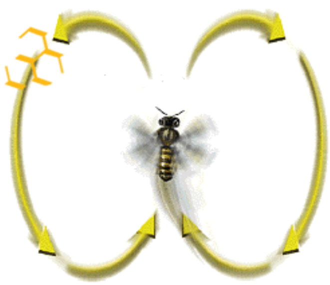
2. لغة أو رقص النحل Bees dance

يتم تبادل المعلومات بين النحل المستطلع وبين النحلات العاملات بما يسمى لغة أو رقص النحل[31] حيث تقوم النحلة المستطلعة بحركات خاصة في منطقة محددة في الخلية تسمى ساحة الرقص (dance floor) وهي عبارة عن إطار من الإطارات لأن عملية الرقص تتم بشكل عام على الإطارات الموجودة في الخلية، وهذه الحركات أكثر ما تشبه الرقص حيث ترسم دوائر وخطوط اهتزازية، أي أن هناك نوعين من الرقص يقوم بهما النحل، الرقص الدائري (Round dance) والرقص الاهتزازي(waggle dance) ، ويُنجز الرقص الدائري بالتنقل بخطوات متقاربة على أن تقوم النحلة المستطلعة برسم دوائر مع التغير بشكل متناوب لاتجاه الدوران، وبذلك تقوم في كل مرة بصنع قوسين من دائرة متناوبة نحو اليمين ونحو اليسار، والشكل(3-4) يبين رقصة النحل الدائرية والتي تكون على شكل دائرة.



الشكل (3-4) رقصة النحل الدائرية

أما الرقص الاهتزازي فهو أن تقوم النحلة المستطلعة برسم نصف دائرة ثم تدور حول نفسها عائدة لنقطة البداية لنصف الدائرة الأولى لترسم نصف دائرة أخرى التي تغلق الأولى، وعندما تشكل النحلة الخط الفاصل بين نصفي الدائرة تقوم بهز بطنها بحركات تذبذبية حوالي (13) ذبذبة/ثانية، والشكل(3-5) يبين رقصة النحل الاهتزازية والتي تكون على شكل رقم (8) [32].



الشكل (3-5) رقصة النحل الاهتزازية

فهذا الرقص لتحديد بعد مصدر الغذاء عن الخلية، فإذا قامت النحلة بالرقص الدائري فهذا يدل على قرب مصدر الغذاء ضمن حدود دائرة قطرها (100) متر فأقل، وفي حال قيامها بالرقص الاهتزازي فتدل بذلك على وجود المصدر على مسافة أكثر من (100) متر، وبقدر ما يكون المصدر بعيداً يكون الرقص الاهتزازي المنفذ على وتيرة أكثر بطئاً، وترسم حينئذ أعداد من اللفات أقل وكقاعدة تحسب هذه الدورات خلال (15) ثانية وقد أثبت Von Frish أن كل (10) دورات تدل بشكل متوسط على مسافة (100) متر، فمثلاً تقوم بـــ (6.5) دورة للدلالة على مسافة (500) م و(4.5) دورة للدلالة على مسافة (1) كم و (3.3) دورة للدلالة على مسافة (2) كم.

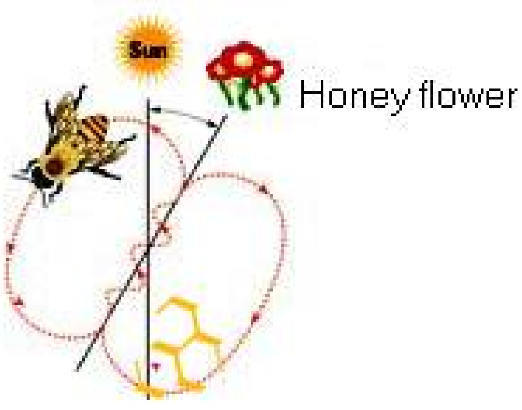
وإن اهتزاز البطن على الخط الفاصل بين نصفي الدائرة يدل على غنى المصدر بالرحيق فكلما زادت هذه الاهتزازات دل على أن المرعى غنيّ بمحتواه.

أما لتحديد جهة مصدر الغذاء فيتم ذلك حسب موقعه من الشمس والزاوية المتكونة بين أشعة الشمس والمصدر ورأسها، ودائماً الخط الاهتزازي وجهة رأس العاملة على هذا الخط هو الذي يحدد جهة المرعى بالنسبة للشمس فإذا كان رأسها إلى الأعلى فيكون مصدر الغذاء باتجاه مكان وجود الشمس في تلك اللحظة، وإذا كان رأسها إلى الأسفل فيكون المرعى عكس مكان وجود الشمس ودائماً تكون نقطة الانطلاق الخلية ذاتها. وطالما أن الرقص يتم على الإطارات، التي هي بشكل عمودي لذلك لمعرفة الزاوية التي يصنعها

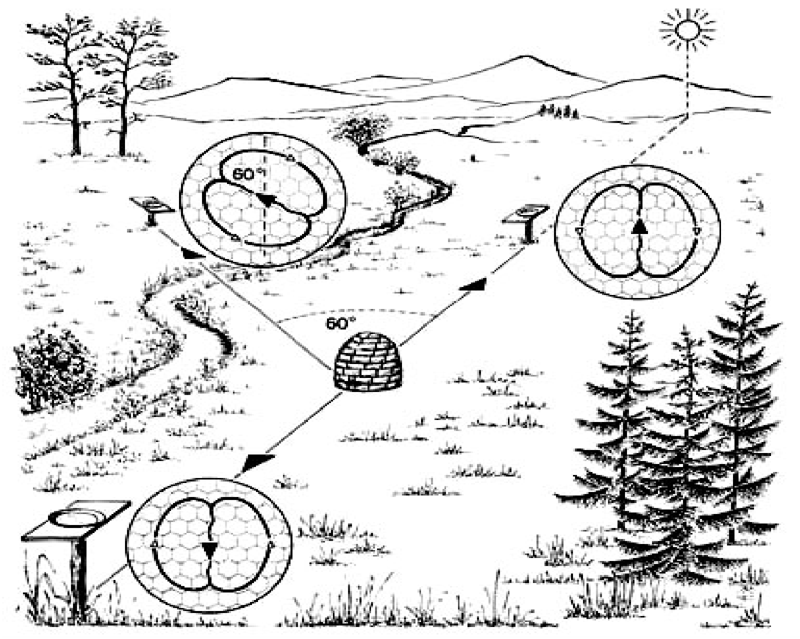
المرعى مع الشمس، تقاس بالنسبة للشاقول أو قوة الجذب الأرضي الشكل(3-6)، وإذا كان المصدر الغذائي يصنع زاوية مع الشمس فإن الخط الاهتزازي بين نصفي الدائرة يصنع زاوية مماثلة مع الشاقول. فمثلاً إذا كان المصدر الغذائي يقع على زاوية (120°) على يمين الشمس فتصنع العاملة الخط الاهتزازي بزاوية قدرها (120°) على يمين الشاقول، وإذا كان المصدر الغذائي يقع على زاوية (60°) على يسار الشمس فتصنع العاملة الخط الاهتزازي بزاوية قدرها (60°) على يسار الشاقول، وفي حال وجود المصدر الغذائي على خط مستقيم مع الشمس فيكون الخط شاقولياً ورأس العاملة متجهاً نحو الأعلى وبالعكس إذا كان بالطرف المقابل للشمس فيكون شاقولياً أيضاً إنما رأس العاملة نحو الأسفل[30].

يقوم النحل باستخدام الشمس ليقيس زوايا اتجاهات الغذاء، ولكن لا يلزم النحل رؤية الشمس لأنه يمكنه رؤية الضوء المستقطب والذي لا يراه الإنسان وذلك في مجال الأشعة فوق البنفسجية والذي يراه النحل جيداً.

تحدد هذه الرقصة مكان السلسبيل بشكل صحيح بالرغم من أن زاويته بالنسبة إلى الشمس تتغير(بسبب دوران الأرض) ولكن النحلات تستطيع أن تحدد مكان (إحداثيات) السلسبيل بشكل جيد بالرغم من هذا التغير الشكل(3-7)[33].

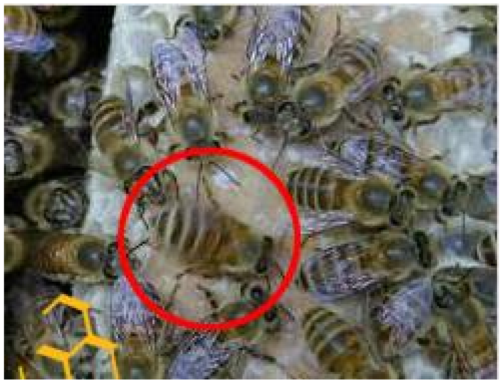


الشكل(3-6) زاوية رقص النحل مع الشاقول [32]



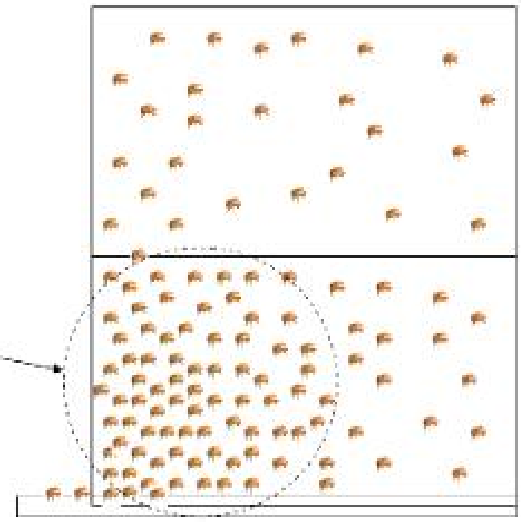
الشكل (3-7) كيف يتم تحديد جهة مصدر الغذاء

حيث إن النحلة الكشّافة عندما تجد مصدر الغذاء تعمد إلى تذوق محتواه وتحمل عيّنة منه إلى الخلية، وعندما تعود إلى الخلية لا تتحرك في البداية وسط العاملات الأخريات، وتتجشأ من فمها قليلاً من الرحيق الذي امتصته الشكل(3-8)، وتقوم عاملتان أو ثلاث عاملات بامتصاصه، ثم تبدأ الكشافة بعملية الرقص فوق الإطار وتقوم العاملات القريبة منها بتقليدها في حركاتها وتجعل قرون استشعارها بتماس مع بطن الكشافة لكي تشم وتمتص جزءاً مما جنته من غذاء الشكل(3-9)، ويمكن أن تدوم هذه الحالة مدة نصف دقيقة أو دقيقة ومن ثم تتوقف النحلة الكشافة فجأة عن عملية الرقص وتذهب إلى المصدر لجمع الغذاء.



الشكل (3-8) صورة النحلة الراقصة في ساحة الرقص[32]

أما بالنسبة إلى نوع المرعى فعندما تحمل النحلة الكشافة في أرجلها الخلفية كتلتي غبار الطلع فهذا دلالة على أن المصدر الغذائي هو غبار الطلع، أما الرحيق ورائحته فيتم عن طريق تذوق بعض العاملات لهذا الرحيق ومعرفته كما سبق ذكره [30].



الشكل (3-9) بعض النحلات العاملات تقلد رقص النحلة الكشافة في خلية النحل

إن هذه الرقصة هي جوهر الاتصال في مستعمرة النحل (bees colony) وهي تتألف من ثلاث معلومات أساسية تتعلق بمصدر الغذاء وهي:

- اتجاهات مواقع الأزهار.
- بعد المواقع عن الخلية.
- معدل جودة المواقع (وفرة الغذاء في المواقع).

هذه المعلومات تساعد خلية النحل على إرسال النحل إلى مصادر الغذاء بدقة ودون استعمال خرائط أو مرشدين.

إن معرفة كل نحلة عن العالم الخارجي تدرك فقط باستخدام الرقص، إن هذا الرقص يمكّن المستعمرة من تقييم الاستحقاق النسبي لكل رقعة اعتماداً على كل من نوعية الغذاء (قياس بعض العناصر، مثل نسبة السكر) والطاقة اللازمة لجمعه (بعد مصدر الغذاء عن الخلية، فكلما كان المصدر أقرب يكون أفضل)، بعد إنجاز الرقصة تعود النحلة الراقصة (الكشّافة) مباشرة إلى الرقعة مصطحبة معها العاملات التي كانت تنتظر داخل الخلية، يتم إرسال نحلات عاملات أكثر إلى الرُقع المثالية مما يساعد الخلية على جمع الغذاء بسرعة وبفعاليّة [29].

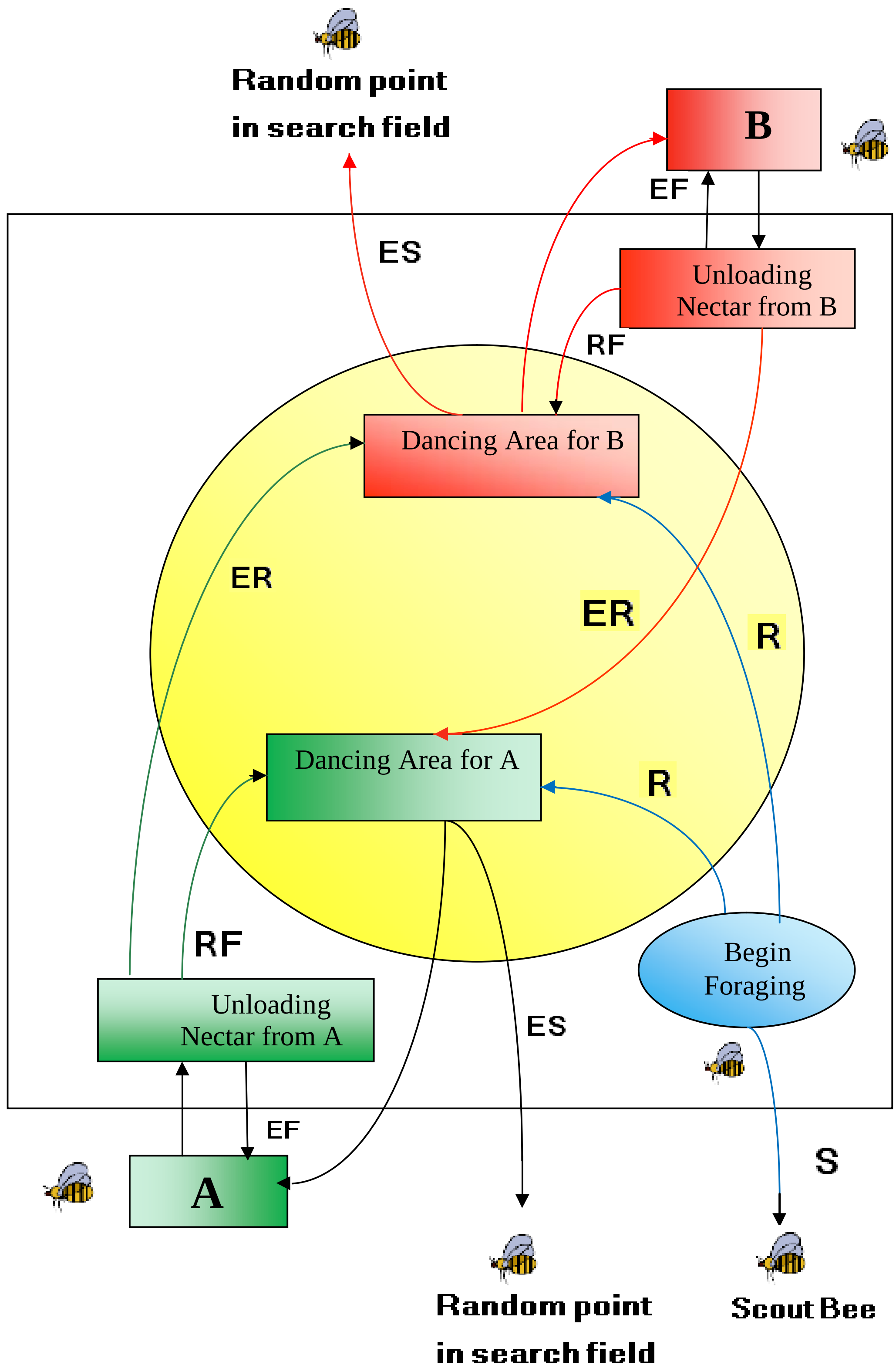
3. عملية جني الغذاء في مستعمرة النحل Foraging Process In Bees Colony

تبدأ عملية جني الغذاء في مستعمرة النحل من خلال النحل المستطلع (Scout Bees) الذي يتم إرساله لاستكشاف مواقع الأزهار، الشكل(3-10) يبين الخطوط الأساسية التي يتبعها النحل في عملية جمع الغذاء (الرحيق وغبار الطلع):

- جني الغذاء من أماكن غير مستخدمة من قبل(Unemployed foragers): عندما تزور النحلة مكان الغذاء لأول مرة ولا تملك معلومات عن مصادر الغذاء في حقل البحث فيكون هناك احتمالين في عملية جمع الغذاء في الأماكن التي تزورها النحلة لأول مرة:

- عندما تبحث النحلة عن مصدر الغذاء ولا يكون لديها أي معلومات مسبقة عن الحقل عندها تسمى النحلة المستطلعة (الكشّافة)(Scout Bee) وتمثل على الشكل(10-3) بالرمز (**S**).
- عندما تبحث النحلة عن مصدر الغذاء ويكون لديها معلومات عن أماكن وجود الغذاء في الحقل، تلقت هذه المعلومات من نحلات أخريات بوساطة رقص النحل، وتحاول إيجاد الأماكن التي تم تحديدها بالرقص، تسمى النحلة العاملة (Recruit Bee) وتمثل على الشكل(10-3) بالرمز **(R).**

- جني الغذاء من أماكن مستخدمة (Employed foragers): عندما تجد النحلة العاملة مصدر الغذاء وتبدأ بجني الرحيق منه (**EF**) تعود إلى الخلية وتضع الرحيق في المكان المخصص، وهنا يوجد ثلاثة احتمالات تتعلق بكمية السلسبيل المُتبقية:
  - إذا نقصت كمية الرحيق إلى مستوى منخفض أو نفذت يصبح المكان المحدد غير صالح لجني الرحيق.
  - إذا مازالت كمية الغذاء فعّالة تستمر النحلة بجني الرحيق منه دون الإشارة للنحلات الأخريات عن مكانه.
  - أما إذا كان المصدر يحوي كمية كبيرة من الغذاء تقوم النحلة بالرقص من أجل إبلاغ النحلات الأخريات عن مكان مصدر الغذاء واستقطاب عدد أكبر من النحل إليه.
- جني الغذاء باستخدام التجريب (Experienced foragers): يعتمد النحل في هذا النوع من عملية جمع الغذاء على ذاكرته التاريخية في تحديد المواقع ومعرفة نوعية مصادر الغذاء.
  - إذا كان المكان المصرّح عنه برقصة النحل وتم اعتماده كمصدر للغذاء هو نفس مصدر الغذاء الذي استكشفته النحلة، تذهب للمكان الذي اكتشفته، ويمثل على الشكل(10-3) بالرمز **(RF).**
  - في حال نفذ الغذاء في المكان المحدد، تقوم النحلة العاملة بجني الرحيق من مصدر غذاء جديد مرصود من قبل نحلة أخرى، ويمثل على الشكل(10-3) بالرمز **(ER).**
  - أما إذا نفذت جميع مصادر الغذاء المحددة، تبدأ النحلة بالاستطلاع بنفسها عن مصدر جديد للغذاء، يمثل على الشكل(10-3) بالرمز **(ES)** [33].



الشكل (3-10) الخطوط الأساسية التي يتبعها النحل في عملية جمع الغذاء

4. تقنيات النمذجة الرياضية

يوجد عدة نماذج كمية متبعة في عملية نمذجة الأنظمة الصناعية والحصول على الحل الأمثل، ومن هذه النماذج، التقنيات الحتمية، حيث تسمح هذه التقنيات بوضع الحلول التفصيلية، فهي تفترض تحديد المتحولات بدقة كبيرة، كما تفترض وجود علاقة ثابتة بين دخل النموذج وخرجه.

إلا أنه، في الحياة العملية لا يمكن تحديد إلا بضعة متحولات بدقة، وبالتالي يتم إهمال هذا الشرط غالباً، ويتم استخدام القيم المتوسطة لتمثيل المتحولات، فتستخدم النمذجة الاحتمالية (Stochastic).

أي أن "التخمين- العشوائي" " الاحتمالي- الإحصائي " Stochastic، يشير إلى العوامل الزمنية، ويحتوي على متحول واحد على الأقل وليست له قيمة وحيدة، بل له العديد من القيم الممكنة المحددة بأحد التوزيعات الاحتمالية.

عندما يفترض أن التوزيعات الاحتمالية تتبع توزعاً محدداً يمكن- ضمن شروط معينة- حل نموذج "التخمين- العشوائي" Stochastic بحل تحليلي [34].

إن هذه الطريقة مهمة جداً وتزداد أهميتها مع التقدم التقني الحديث حيث تستخدم هذه الطريقة في العديد من الأنظمة الموجودة في الحياة العملية مثل شبكات الاتصال، وأنظمة الحاسوب، وأنظمة الإنتاج، وأنظمة التصنيع، فإنجاز التحليل وتحقيق الأمثلية (إيجاد الحل الأمثل) لمثل هذه الأنظمة مهمات صعبة، حيث لا يمكن أن تحدد قيمة تابع الهدف لها من أجل أي نقطة بالضبط باستخدام الطرق التحليلية الحتمية ولكن تخمن عن طريق استخدام العينة، (على سبيل المثال باستخدام محاكاة الأحداث المنفصلة)، حيث إن الأنظمة المذكورة سابقاً يمكن تمثيلها كأنظمة منفصلة الأحداث وهذا يستدعي تطوير طرق وخوارزميات كفوءة لتحسين بارامترات هذه الأنظمة والحصول على الحل الأمثل بطرق سهلة وعملية [35].
ومن هذه الخوارزميات خوارزمية النحل.

5. معالجة "التخمين- العشوائي" أو المعالجة الاحتمالية - الإحصائية Stochastic

تتغير في العديد من الحالات واصفات النظام عشوائياً مع الزمن، لذلك نلجأ للطرق الاحتمالية والإحصائية،

وعندما تتحكم نظرية الاحتمالات بأوجه الإجراء وحالاته المختلفة، يكون هذا الإجراء "تخميناً- عشوائياً"، Stochastic.

يتم توصيف هذا النموذج جزئياً بوساطة عدّ الحالات التي يمكن إيجاد النظام فيها. هذا، وتشابه الحالة لقطة سريعة للنظام في لحظة ما، وتصف واصفات النظام النظام في تلك اللحظة. فالزمن هو مقياس خطي

يتحرك عبره النظام كما تحدث عبره الأحداث التي تغير حالة النظام، كما هو الحال في رتل ما تصل الأحداث وتغادر.

وبالنظر من وجهة نظر النمذجة، يمكن التعامل مع كل من الحالة والزمن إما كقيم مستمرة، أو متقطعة. وللحصول على الحل بتطبيق طرق الحساب، نفترض أن إجراء "التخمين- العشوائي" Stochastic يحقق شرطاً معين يدعى شرط "ماركوف"، أي أن الطريق الذي يسلكه الإجراء في المستقبل يعتمد فقط على الحالة الحالية، وليس على سلسلة الحالات التي حدثت قبل حدوث الحالة الحالية. يؤدي هذا الشرط في النظم المتقطعة إلى نموذج سلسلة "ماركوف"، أما في النظم المستمرة، فيدعى هذا النموذج بإجراء "ماركوف"[34].

6. خوارزمية النحل Bees Algorithm

وهي عبارة عن خوارزمية إيجاد الحل الأمثل بطرق عملية وذات كفاءة عالية من حيث سرعة إيجاد الحل الأمثل، فكرتها مأخوذة من سلوك النحل المتبع في عملية جمع الغذاء، وهناك أكثر من وجهة نظر لحل هذا النوع من المسائل باستخدام خوارزمية النحل، وسأناقش في هذا البحث وجهتي نظر مختلفتين لهذه الخوارزمية في حل مسائل تحقيق الأمثلية (إيجاد الحل الأمثل).

الحل الأمثل : هو الحل الذي يحقق القيمة العظمى (العليا أو الدنيا) لتابع الهدف ضمن قيود معينة.

1.6. وجهة النظر الأولى لخوارزمية النحل

هي عبارة عن خوارزمية إيجاد الحل الأمثل، تجمع الخوارزمية بين استراتيجيتين الاستكشاف (الملاحة) والاستثمار، استراتيجية الاستثمار تستعمل لإبلاغ أعضاء مستعمرة خلية النحل عن تجارب البحث السابقة أي عندما تملك النحلات العاملات معلومات مسبقة عن أماكن وجود الغذاء (البحث المحلي)، بينما عملية الاستكشاف (الملاحة) تستعمل للإبحار في العالم المجهول من أجل البحث عن أماكن وجود الرحيق وغبار الطلع (البحث الشامل) [36].

تضم وجهة النظر هذه طريقتين من طرق خوارزمية النحل:

الطريقة الأولى: خوارزمية النحل العشوائية R-BEES.

الطريقة الثانية : خوارزمية النحل التكيفية A-BEES.

1.1.6. استخدام طرق البحث العشوائية التكيفية من أجل الحصول على الحل الأمثل Adaptive Random Search Methods for Simulation Optimization

سأناقش طرق بحث عشوائية تكيّفية من أجل الحصول على الحل الأمثل، إن الطرق التكيفية هي استعمال معلومات تجمعت خلال تكرار سابق لتقرير كيف يوظف جهد المحاكاة بشكل مناسب في التكرار الحالي من أجل الوصول إلى الحل الأمثل بسرعة.

سأركز في هذا البحث على حل مسألة تحقيق الأمثلية التالية:

$$\underset{\theta \in \Theta}{\text{Max}}\ F(\theta) = E[h_\theta (X_\theta)] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.1)$$

حيث إن:

- $F: R \to \theta$ تابع الهدف.
- Θ: المجال العملي الملائم.
- X_θ: المتغير العشوائي الموزع اعتماداً على البارامتر θ من أجل كل $\theta \in \Theta$ في الفراغ χ_θ.
- $h_\theta: \chi_\theta \to R$ التابع الحتمي (الأكيد).

إننا مهتمين بشكل أساسي في حل مسائل تحقيق المحاكاة الأمثلية (المعادلة رقم (3.1)) في الحالات التي لا يحدد فيها قيمة تابع الهدف $f(\theta)$ من أجل أي $\theta \in \Theta$ بالضبط ولكن تخمن، على سبيل المثال إجراء المحاكاة باستخدام (الصندوق الأسود)[15].

أما إذا تمكّنا من إيجاد قيمة تابع الهدف من أجل كل $\theta \in \Theta$ عندها تكون المسألة مسألة تحقيق الأمثلية الحتمية التي يمكن أن تحل إما بشكل تحليلي أو بشكل عددي باستخدام طرق البرمجة العددية [35].

وإنه من المعروف أن مسألة تحقيق الأمثلية (إيجاد الحل الأمثل) عن طريق المحاكاة مسألة صعبة، وتوجد صعوبتان رئيسيتان ارتبطتا بهذه المسألة وهما: في أغلب الأحيان في حالة استخدام المحاكاة للحصول على الحل الأمثل يكون لدينا معرفة قليلة بتركيب تابع الهدف F وحتى أنه في حل مسألة تحقيق الأمثلية الحتمية بمعرفة قليلة بتركيب تابع الهدف تكون مهمة صعبة بنفسها، إضافة إلى ذلك، قيمة تابع الهدف في كل حل عملي لمسألة تحقيق محاكاة أمثلية (المسائل التي من الصعب تحليلها وتحل باستخدام المحاكاة) لا يمكن أن تحدد بالضبط ولكن من الضروري أن تُخمن (تقدر) عن طريق المحاكاة، الصعوبة الثانية تزال بالكامل بتنفيذ المحاكاة عدداً كبيراً من المرات (محاكاة عابرة- إذا كان النظام متقطع) (transient simulation) أو بتنفيذ محاكاة طويلة (محاكاة ثابتة- إذا كان النظام مستمر) (steady-state simulation) في نقاط التصميم لتقليل تأثير الضجيج الاحتمالي stochastic، حيث أن عمليات المحاكاة عرضة للأخطاء، ويجب أخذ الحذر لضمان تخفيض نسبة هذه الأخطاء، أو على الأقل تقييسها. وتتضمن هذه الأخطاء:

أخطاء النمذجة: تظهر هذه الأخطاء بسبب استخدام الأرقام العشوائية. يمكن لكل سلسلة من الأرقام العشوائية أن تعطي نتائج مختلفة تماماً. وليس هناك أي خطأ في هذا، حيث تعكس هذه المتغيرات المختلفة الحالات التي يمكن أن تحدث على أرض الواقع.

قلة الخبرة: توفر نتائج تجربة واحدة لعملية المحاكاة تقديراً لقياسات الأداء المطلوبة، ويكون من غير الممكن توفير مدد زمنية موثوقة للمتوسط الحقيقي، هذا لأن النتائج المفردة ليست مستقلة. فمثلاً، زمن الانتظار في الرتل لشخص واحد يعتمد على المدة التي قضاها الأشخاص الذين سبقوه في الرتل.

الانحراف الأولي (المبدئي): عندما تبدأ عملية المحاكاة يفترض عادة أن جميع المنصات فارغة، إلا أن هذا ربما لا يمثل واقع الحالة في النظام الحقيقي، وبالتالي ينشأ انحياز في عملية المحاكاة يضعف تأثيره مع الوقت. وقد لا تكون النتائج في الفترات التي يكون فيها الانحياز ذا قيم مقبولة.

وللتغلب على الأخطاء المرتبطة بالنمذجة وبالاستقلالية، يتم تنفيذ عملية المحاكاة عدة مرات كما سبق ذكر ذلك ويسجل معدل قياسات الأداء لكل تنفيذ وإذا ما استخدم كل تنفيذ سلسلة عشوائية مختلفة فسيكون المعدل مختلفاً. وإذا ما جُمعت المعدلات الناجمة عن كل تنفيذ مع بعضها البعض، يصبح بالإمكان عندئذ استخدام طرائق تقدير القيمة الحقيقية (التخمين) لمتوسط العينة.

لا يجب أن تشكل قلة الاستقلالية مشكلة، وخاصة إذا ما استخدمت طريقة النسخ المستقلة. وتعتمد طريقة نسخ عمليات تنفيذ المحاكاة على نوع النظام إذا كان منتهياً، أو غير منتهٍ.

النظام المنتهي هو النظام الذي يتوقف بعد فترة زمنية معينة، أو بعد أن يتم إدخال عدد معين من المدخلات (مثلاً، كمية محددة من الحديد) إلى النظام. يكون طول عملية المحاكاة في النظم المنتهية ثابتاً، ويمكن تكرار هذه العمليات ببساطة عدداً من المرات باستخدام نظام أعداد عشوائية مختلف في كل مرة. تدعى هذه الطريقة طريقة النسخ المستقلة.

أما في النظم غير المنتهية (المستمرة) فلا يوجد أية نهاية فعلية لها، ويمكن اعتبارها مستمرة إلى اللانهاية (مثلاً عدد الزوار لأحد المطارات). وبالرغم من أنه يمكن افتراض نهاية صنعية، وبالتالي استخدام الطرائق الرجعية المستقلة، فمن الشائع استخدام طريقة المتوسطات الحزمية. تقوم هذه الطرق بمسح طويل للمحاكاة على أنه يتم إيقافها في فواصل منتظمة. يقاس متوسط الأداء في نهاية كل فترة، وذلك أثناء فترة التوقف. يفضّل استخدام هذه الطريقة على غيرها بسبب أخطاء الانحياز المبدئية (الموجودة عندما يكون النظام غير منتهٍ).

تبدأ معظم النظم المنتهية من حالة فارغة، وبالتالي لا وجود لمشكلة الانحياز المبدئي. إلا أن هذا الانحياز يشكل مشكلة، مع النظم غير المنتهية، ومن الضروري للنظم أن تصل إلى حالة مستقرة قبل جمع النتائج. ويكون النظام في حالة مستقرة إذا كانت الحالة المدروسة مستقلة عن شروط البدء[37].

لذلك من المهم لتصميم التقنيات المتخصصة (استخدام الخوارزميات) لحل المعادلة (3.1) أن نبحث في المجال العملي الكلي ونكون قادرين على تمييز (معرفة) حلول مثالية أو قريبة من المثالية بوجود الضجيج الاحتمالي stochastic [15].

2.1.6. توازن البحث بين الاستثمار والاستكشاف مع التقدير(التخمين)
Balanced Explorative and Exploitative Search with Estimation

نستخدم هنا طريقة عامة لتحقيق محاكاة أمثلية (إيجاد الحل الأمثل باستخدام المحاكاة)، تسمّى توازن البحث بين الاستثمار والاستكشاف مع تخمين الحل الأمثل (BEESE)، وهذه الخوارزمية قابلة للتطبيق أيضاً عند عدم استخدام التخمين في تحقيق الأمثلية الحتمية (المسائل التي يمكن تحليلها) حيث إن هذه الطريقة تدعى باسم طريقة النحل (BEES)، أي يجب المحافظة على التوازن بين الاستثمار والاستكشاف من أجل الحصول على أداء عددي جيد لخوارزمية النحل، وهنا يشير الاستكشاف إلى البحث الشامل من أجل الحصول على الحلول المطلوبة في كامل المجال (المنطقة) العمليΘ (النحل الكشاف)، ويشير الاستغلال(الاستثمار) إلى البحث المحلي في مجال فرعي (منطقة ثانوية- منطقة جزئية) من Θ (العاملات)، بينما يشير التقدير (التخمين) إلى الحصول على أحسن قيمة من قيم تابع الهدف الجيدة التي تم اختبارها سابقاً ويتم اختيارها بدقة كبيرة من البدائل (العينات) المرغوبة من أجل الوصول إلى الحل المثالي [38].

سأناقش في وجهة النظر الأولى لخوارزمية النحل طريقتين مختلفتين متقاربتين، الطريقة الأولى للخوارزمية تسمى توازن البحث العشوائي بين الاستكشاف والاستغلال (الاستثمار) مع التخمين(Randomized Balanced Explorative and Exploitative Search (with Estimation)) وتختصر R-BEES(E) والطريقة الثانية تسمى توازن البحث التكيفي بين الاستكشاف والاستغلال مع التخمين (Adaptive Balanced Explorative and Exploitative Search (with Estimation)) وتختصر A-BEES(E).

إن طريقة BEES تتضمن المحافظة على التوازن بين الاستكشاف والاستغلال لتحقيق الأمثلية بينما طريقة BEESE لتحقيق محاكاة أمثلية يجب المحافظة على التوازن بين الاستكشاف والاستغلال مع التخمين. إنه من المهم المحافظة على التوازن بين الاستكشاف والاستغلال أثناء البحث من أجل الحصول على الحل الأمثل.

نفترض أننا نريد أن نحل مسألة تحقيق أمثلية حتمية (بمعنى أخر، $f(\theta)$ في (3.1) يمكن أن تحسب بدون ضجيج من أجل كل $\Theta \ni \theta$) بمعلومات قليلة عن تركيب تابع الهدف (نحن نعرف فقط بأن الحلول التي حُدّدت بمكان تكون قريبة من بعضها البعض يكون لها أداء عددي متماثل)، وإنه من المعقول هنا بدء عملية البحث باستكشاف كامل المنطقة العملية (بحث شامل) لمعرفة قيم تابع الهدف في هذا المجال (لأنه عندما تكون المعلومات عن تابع الهدف قليلة، فمن الممكن أن تبدأ عملية البحث بعيدةً عن الحل المثالي وهنا يمكن أن يستغرق وقتاً طويلاً لمعرفة (لتمييز) مجال فرعي (منطقة جزئية) جيد من المجال العملي الكلي يُستعمل (تتم عملية البحث ضمنه) باستخدام البحث المحلي، ولكن إذا ميّز مجال فرعي جيد، يجب أن يستغل البحث بالبحث عن حلول مثالية باستخدام البحث المحلي.

إن فعالية خوارزمية البحث هذه تعتمد على قدرة الخوارزمية على التمييز متى يجب أن ينتقل البحث الشامل (الاستكشاف) إلى بحث محلي (الاستغلال- الاستثمار)، باعتبار إن المعلومات القليلة عن تركيب تابع الهدف هي المشكلة الكامنة، فإنه من الصعب التمييز متى يتم الانتقال من الاستكشاف إلى الاستغلال، إذا أنجز هذا

الانتقال مبكراً جداً فإن الخوارزمية لا تستطيع أن تحدد مجالاً جزئياً مثالياً من أجل البحث المحلي أما إذا أنجز هذا الانتقال متأخراً جداً، فإنه يتم بذل جهد كبير على تحديد المجال الثانوي الجيد، وفي كلا الحالتين التقارب من الحل المثالي (s) يمكن أن يكون بطيئاً، بسبب الصعوبة في تقرير متى يتم الانتقال من البحث الشامل (الاستكشاف) إلى البحث المحلي (الاستغلال)، فإننا سنحافظ على توازن ملائم بين الاستكشاف والاستغلال خلال المراحل المختلفة للبحث، بدلاً من الانتقال من الاستكشاف إلى الاستغلال.

الاختلاف الأساسي بين تحقيق أمثلية المحاكاة (إيجاد الحل الأمثل باستخدام المحاكاة بالأسلوب الاحتمالي-الإحصائي) وتحقيق الأمثلية الحتمية (إيجاد الحل الأمثل بطرق تحليلية) هي وجود أخطاء stochastic في قيم تابع الهدف المخمنة وهذا يؤدي إلى صعوبتين: الصعوبة الأولى هي توجيه عملية البحث العملي عن الحلول المحسنة والصعوبة الثانية: هي اختيار أفضل حل مُيّز بعملية البحث، الاختلاف الآخر بين تحقيق أمثلية المحاكاة هو المعرفة القليلة عن تركيب تابع الهدف.

إن عملية تخمين الحل المثالي مهمة جداً في عملية الحصول على الحل الأمثل بالطرق الاحتمالية، حيث أنه في عملية إيجاد الحل الأمثل بالطرق التحليلية الحتمية تكون قيمة التابع العظمى التي توصلنا إليها هي الحل الأمثل لكن التحدي الأكبر هو تخمين الحل الأمثل عندما نريد إيجاده بالطرق العددية الاحتمالية بسبب الضجيج في قيم التابع المخمنة، فعلى سبيل المثال يمكن أن يخمن الحل الأمثل هو الحل الأكثر تكراراً (الحل الذي يتكرر أكبر عدد من المرات) [39].

لقد اعتمدت في هذا البحث أن الحل الذي يحقق أصغر فروقات بين قيم تابع الهدف هو الحل الأمثل.

3.1.6. الطريقة الأولى: خوارزمية BEES وBEESE العشوائية

The Randomized BEES and BEESE Algorithms

1.3.1.6. تحقيق الأمثلية الحتمية باستخدام خوارزمية R-BEES

Deterministic Optimization Using R-BEES Algorithm

خوارزمية R-BEES لتحقيق الأمثلية الحتمية تختبر بدائل جديدة (عينات من القيم من أجل الحصول على الحلول المطلوبة) بشكل عشوائي من عائلتين من عوائل توزيع العينات، حيث يتم توزيع العينات إلى توزيعين مختلفين: توزيع العينات الشامل G (التوزيع الوحيد في العائلة الأولى) وهو مصمم لتفتيش كامل المجال العملي (الاستكشاف)، وعائلة توزيعات العينات المحلية *L* التي تستهدف تفتيش المجال الثانوي (الاستغلال).

في أي تكرار يستعمل توزيع العينات الشامل(الكلي) باحتمال $0<p<1$، ويستعمل توزع العينات المحلي *L* باحتمال $(1-p)$ هذا يخلق توازناً في استعمال الاستكشاف والاستغلال خلال كل مراحل البحث.

نلاحظ أن طريقة R-BEES مكافئة لاستعمال التوزيعات المحلية مع $\boldsymbol{L(A) = pG(A) + (1-p)L'(A)}$ من أجل كل $A \in \Theta$، حيث $L' \in L$.

وهذا يعني أن هذه الخوارزمية تتضمن البحث المحلي كحل خاص.

فعلى سبيل المثال عندما نستخدم خوارزمية R-BEES باحتمال ($p=1$) فالخوارزمية المذكورة تنجز فقط البحث الشامل (الاستكشاف) أما عندما يكون $p=0.3$ تنجز الخوارزمية البحث المحلي والبحث الشامل أما عندما يكون ($p=0$) فتستخدم الخوارزمية فقط البحث المحلي (الاستغلال)[15].

1.1.3.1.6. بارامترات خوارزمية R-BEES

أوضح فيما يلي الرموز المعتمدة في خوارزمية R-BEES:

i. احتمال النحلة الباحثة **P**.

ii. عدد النحلات الكلي (الباحثة + العاملة) المستخدمة في التكرار الواحد**h**.

iii. حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له **ngh**.

2.1.3.1.6. خوارزمية R-BEES (R-BEES Algorithm)

أقدم فيما يلي شرح لخطوات الخوارزمية **R-BEES**:

1. نأخذ عدّاداً n يبدأ من الصفر، يمثل n عدد النحل الكلي المستخدم في عملية البحث حتى الوصول للحل الأمثل.

2. نأخذ حلاً متوقعاً θ من توزيع العينات الشامل G، لأن النحل يبدأ عملية البحث باستكشاف المواقع.

3. تقييم (إيجاد قيمة) تابع الهدف عند هذا الحل المقترح θ.

4. نرشح هذا الحل θ كحل أمثلي θn ($\theta n \leftarrow \theta$).

5. طالما شرط التوقف غير محققاً.

6. نسحب متحول عشوائي باحتمال وليكن U من المجال الاحتمالي [0,1] .

7. إذا كان احتمال هذا الحل (البديل) أصغر أو يساوي الاحتمال المفروض للبحث الشامل ($if\ U \leq P$).

8. نأخذ الحل (البديل) (θ) من توزيع العينات الشامل G.

9. وإلا.

10. نأخذ الحل (البديل) (θ) من توزيع العينات المحلي *L* .

11. نهاية حلقة الاختبار (if).

12. نعيد تقييم (إيجاد قيمة) تابع الهدف عند هذا الحل المقترح الجديد θ.

13. إذا كانت قيمة تابع الهدف عند هذا الحل المقترح الجديد θ أكبر من تابع الهدف عند الحل المرشح θn ($if\ f(\theta)>f(\theta n)$).

14. اختار الحل المقترح الجديد θ كحل أمثلي θn ($\theta n=\theta$).

15. نهاية حلقة if.

16. نضيف العداد واحداً ($n= n+1$).

17. نهاية شرط التوقف.

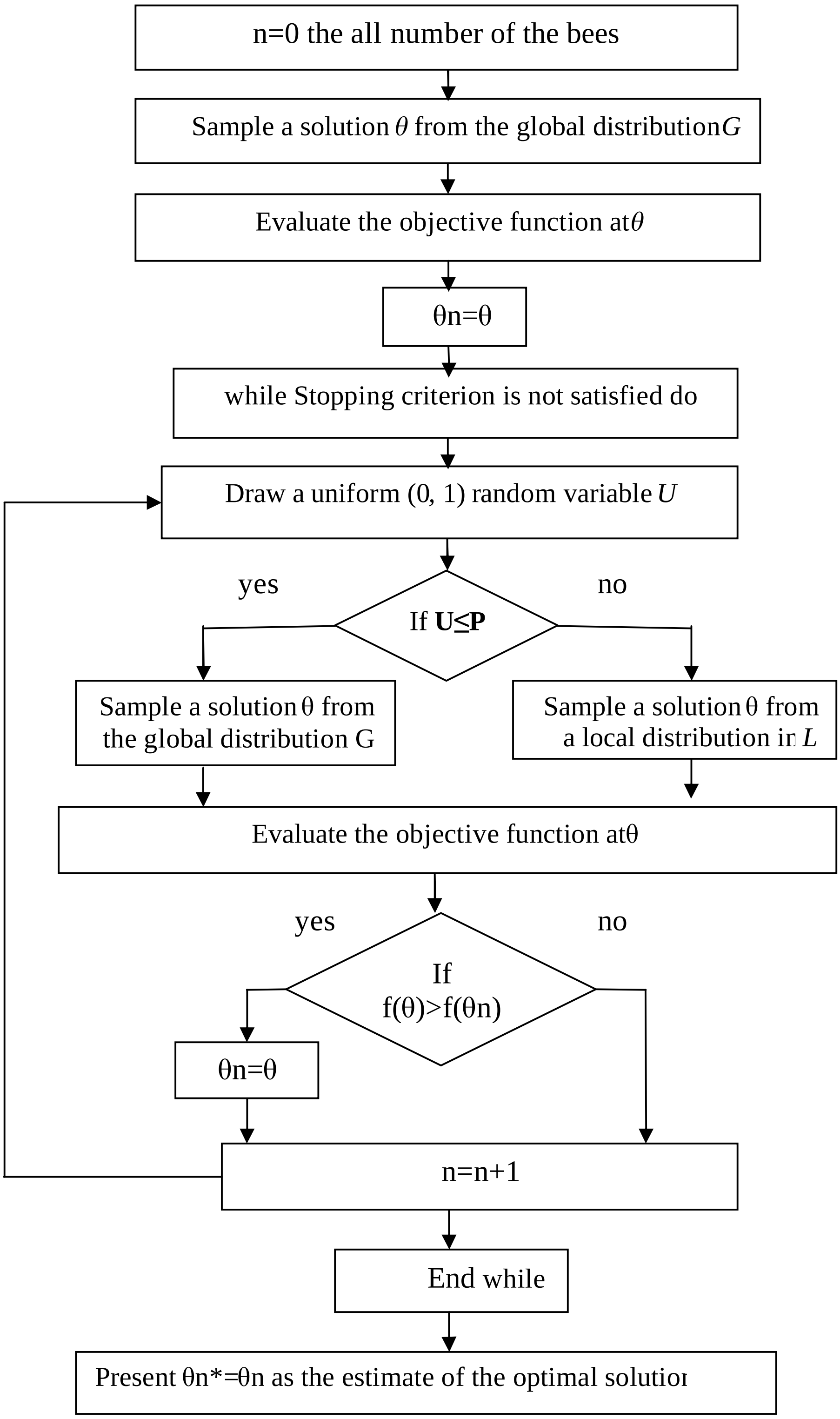
18. فتكون θn التي حصلنا عليها في نهاية عملية البحث هي الحل الأمثل المخمّن θ_n^*.

في خوارزمية R-BEES نلاحظ أنه يمكن أن تُختار العينات من توزع العينات المحلـــي *L* بالاعتمـــاد علـــى معلومات تجمعت خلال عملية البحث، على سبيل المثال، يكون من الأفضل تركيز البحث المحلي حول النقـــاط التي لها قيم تابع الهدف عظمى (مثلاً θn)، وإن خوارزمية R-BEES تتضمن بحث عشوائي صـــافي كحالـــة خاصة (عند P=1).

نلاحظ أن خوارزمية R-BEES هي البحث في المجال العملي وذلك باســتعمال العناصـــر الثابتـــة والتكيفيـــة (بمعنى آخر، توزيع العينات الشامل، وعائلة توزيعات العينات المحلية، على التوالي) [15].

3.1.3.1.6. المخطط التدفقي لخوارزمية النحل العشوائية R-BEES

يمثل الشكل (3-11) المخطط التدفقي لخوارزمية النحل العشوائية:



الشكل (3-11) المخطط التدفقي لخوارزمية النحل العشوائية R-BEES

2.3.1.6. عملية إيجاد الحل الأمثل بتطبيق النموذج الاحتمالي-الإحصائي باستخدام خوارزمية R- BEESE

Stochastic Optimization Using the R-BEES Algorithm

خوارزمية R- BEESE لإيجاد الحل الأمثل بطرق احتمالية (stochastic) في الجوهر تماماً مثل خوارزمية R-BEES لتحقيق الأمثلية الحتمية (لإيجاد الحل الأمثل للمسائل التي يمكن تحليلها) بإضافة عنصر التقدير، وفي الواقع لتسهيل عملية التقدير، في هذا البحث تنفذ المحاكاة M مرة، وفي كل مرة يتم التوصل لأول حل يحقق الشرط المطلوب، أي نحصل في نهاية تنفيذ المحاكاة على M حل جيد، ويتم اختيار أفضل حل تم التوصل إليه من بين الحلول المختبرة كحل أمثل، في المسألة المدروسة في هذا البحث تم اختيار الحل الذي يحقق أصغر مجموع فروقات تم التوصل إليه من تنفيذ المحاكاة M مرة هو الحل الأمثل.

في حالة تحقيق الأمثلية الحتمية تكون بارامترات خوارزمية R-BEESE كالتالي:

- M=1، تنفذ المحاكاة مرة واحدة والحل الذي تم التوصل إليه من تنفيذ المحاكاة مرة واحدة يكون هو الحل الأمثل.

وبالتالي تخفض خوارزمية R-BEESE إلى خوارزمية R-BEES [15].

1.2.3.1.6. بارامترات خوارزمية R-BEESE

في خوارزمية R-BEESE يكون لها البارامترات التالية:

i. عدد مرات تكرار المحاكاة **M**.

ii. قيمة احتمال إجراء البحث الشامل (الاستكشاف) **p**.

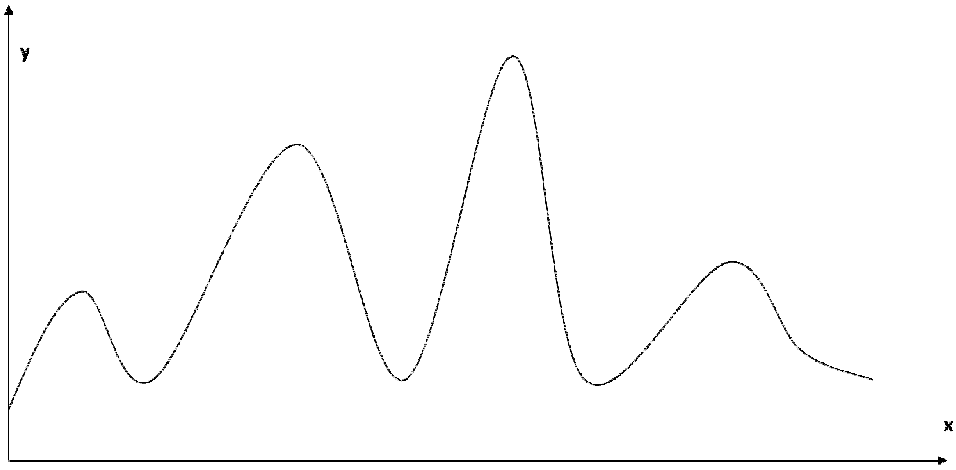
iii. عدد مرات إجراء البحث المحلي والشامل في التكرار الواحد**h**.

iv. حجم منطقة الجوار**ngh**.

مثال: الحصول على أفضل قيمة تابع رياضي (أمثلية التابع) باستخدام خوارزمية R-BEES

سنعرض مثال بسيط لتوضيح كيف تعمل هذه الخوارزمية.

يوضح هذا المثال استعمال خوارزمية النحل (R-BEES) للحصول على أفضل قيمة لتابع رياضي (أمثلية التابع وهي تكافئ النهاية العظمى للتابع) الشكل (3-12).



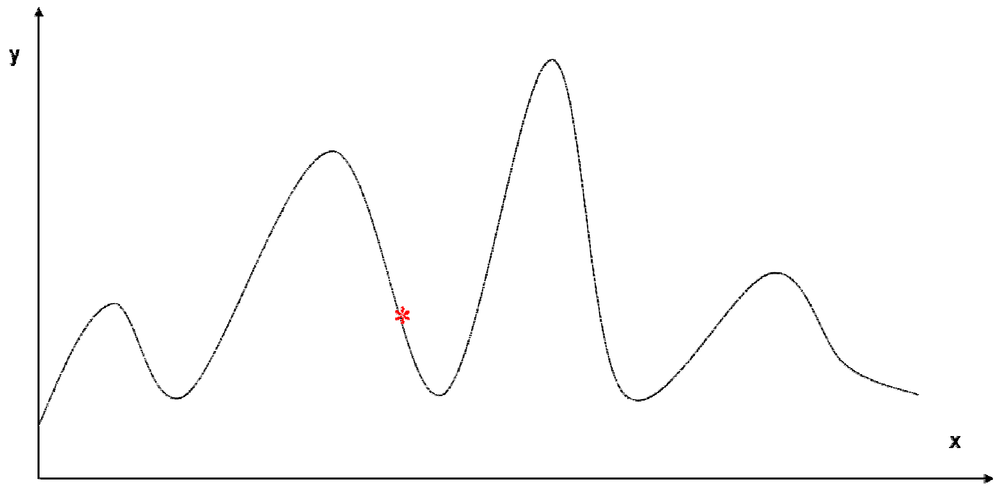
الشكل (3-12) التابع الرياضي

1. نأخذ عداداً يبدأ من الصفر وحتى عدد النحلات الكشافة والعاملات التي ستشارك في عملية البحث حتى نحصل على الحل الأمثل.

2. نختار موقعاً ما بشكل عشوائي (أي نأخذ حل متوقع θ من توزيع العينات الشامل G).

3. ونقيم كفاءة هذا الموقع (نوجد قيمة تابع الهدف عند هذه النقطة θ) الشكل(13-3).

4. ونعتبر هذا الموقع في البداية أنه أفضل موقع (نرشح هذا الحل θ كحل أمثل θn).



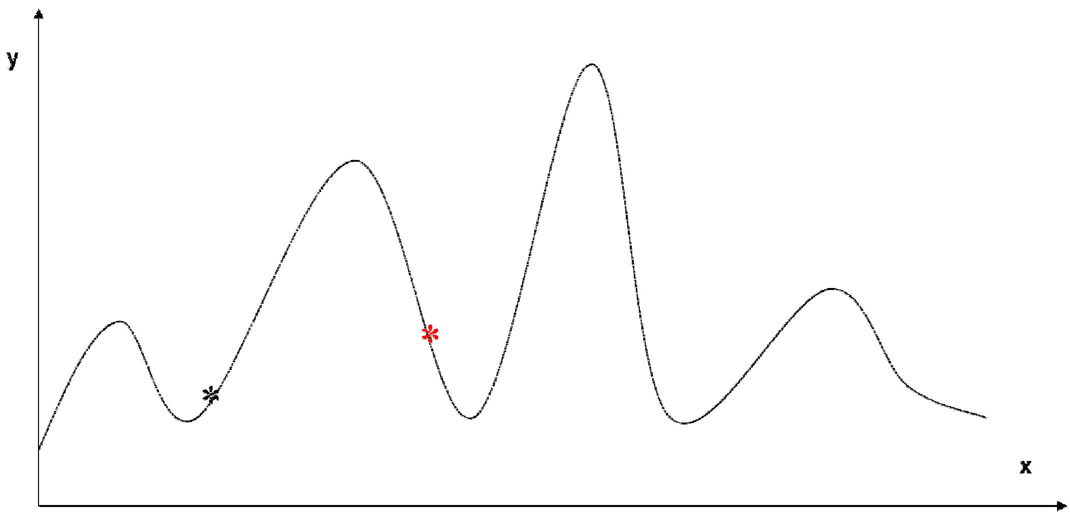
الشكل(13-3) الحل الابتدائي "*" المرشح كحل أمثلي

5. يتم تحديد نسبة عدد النحلات الكشافة إلى عدد النحلات الكلي التي تشارك في المهمة "P" ، فإذا كان (p=0.4) أي في كل **10** نحلات يوجد **4** كشافات و **6** عاملات.

6. نختار نحلة (متحول عشوائي) ذات احتمال U.

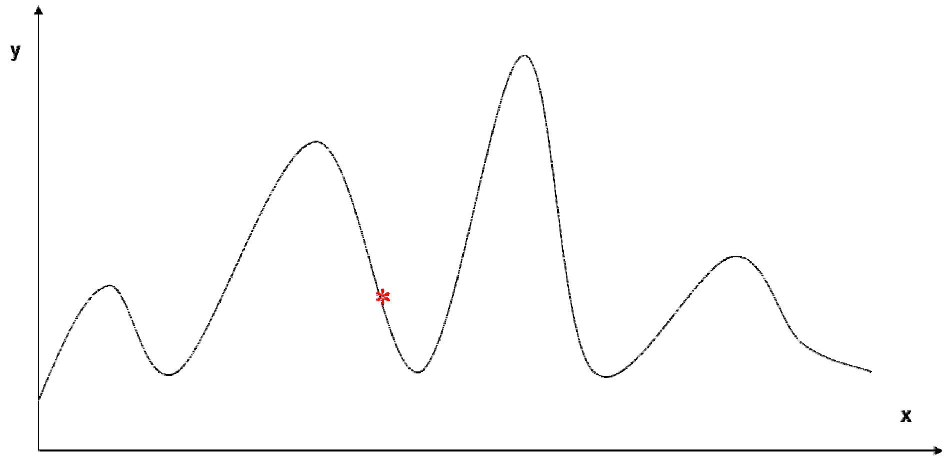
7. فإذا كان هذا الاحتمال **U** أصغر أو يساوي **P** تكون عملية البحث استكشاف (بحث شامل).

8. يتم مقارنة كل موقع وجدته كشافة مع الموقع الابتدائي الأمثل المرشح الشكل(14-3).



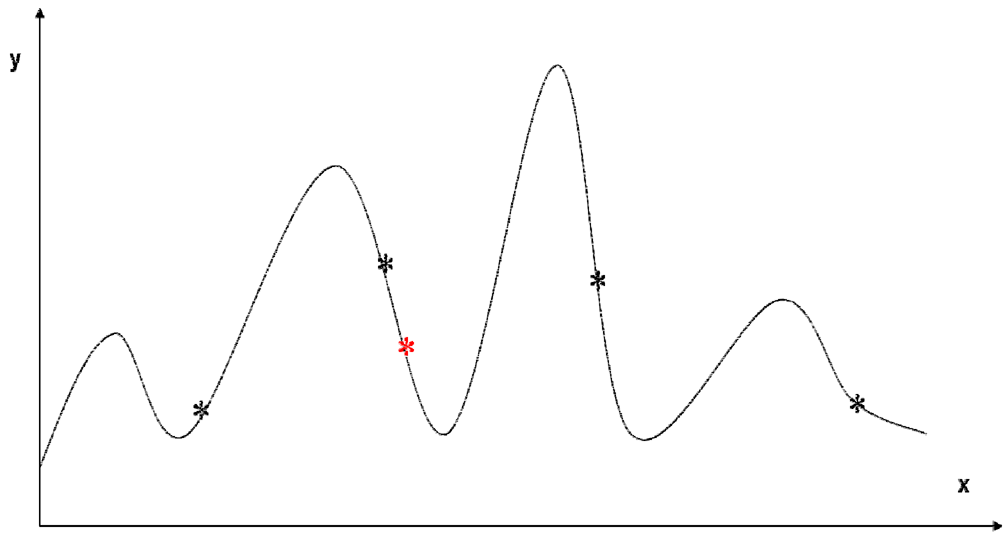
الشكل (14-3) مقارنة الحل الابتدائي المرشح"*" مع الحل المتوقع"*" ذي الاحتمال الأصغر أو يساوي P

9. نختار الموقع ذو الكفاءة العليا (النقطة ذات قيمة تابع الهدف العظمى) الشكل(3-15).



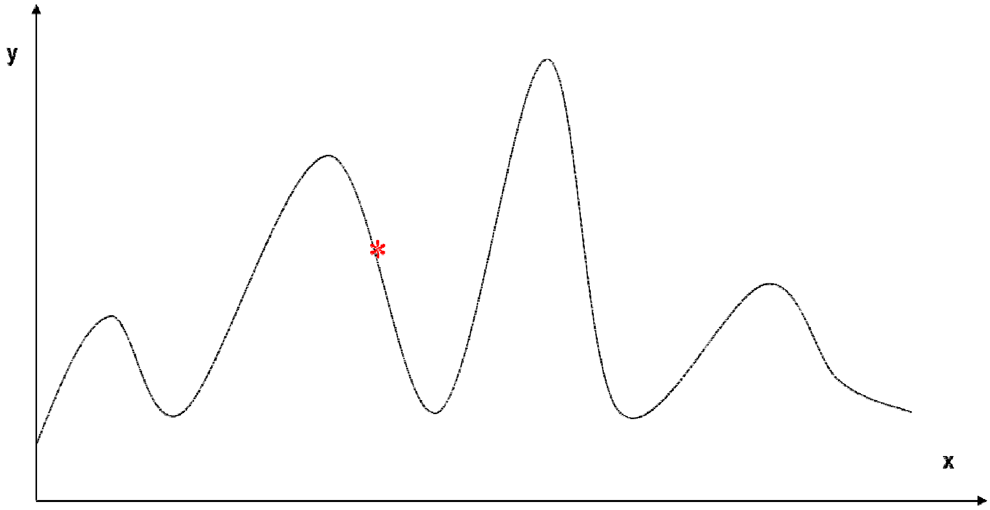
الشكل (3-15) يمثل الموقع ذا الكفاءة العليا

10. نكرر عملية المقارنة هذه بعدد النحلات المخصصة لعملية الاستكشاف (في هذا المثال أربع مرات)، ونحدد في كل تكرار الموقع ذو الكفاءة العليا الشكل(3-16).



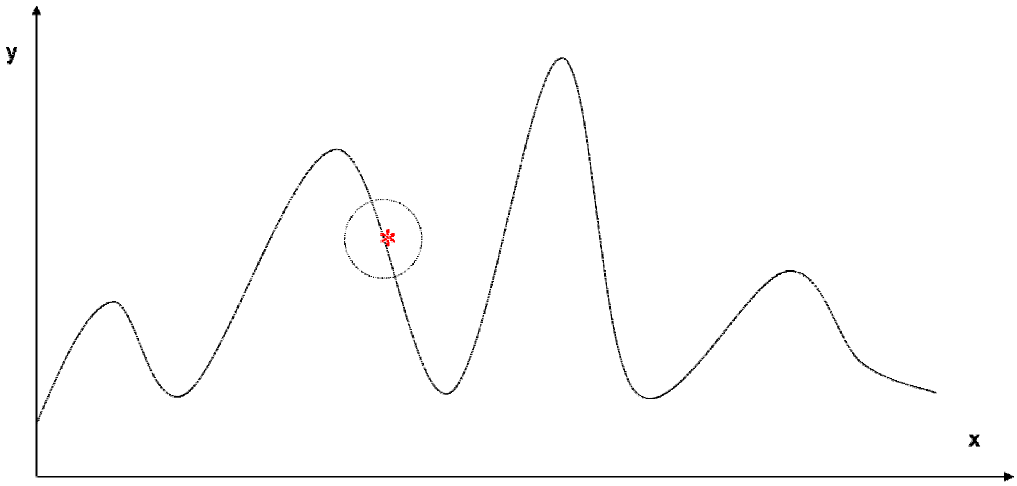
الشكل (3-16) عدد النحلات الكشافة"*"

11. في نهاية عملية الاستكشاف نحصل على الموقع ذي الكفاءة العليا الشكل(3-17).



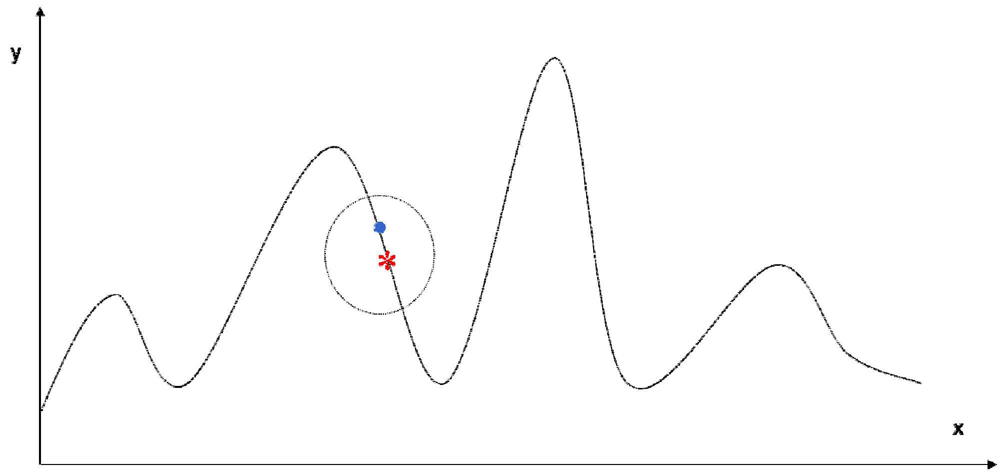
الشكل (3-17) أفضل موقع"*" تم الحصول عليه حتى الآن في عملية البحث

12. اختيار مواقع مجاورة للبحث وفق الحجم ngh (أي تحديد مجال ثانوي يتم البحث فيه للحصول على الحل الأمثل (الاستغلال)) الشكل(3-18)



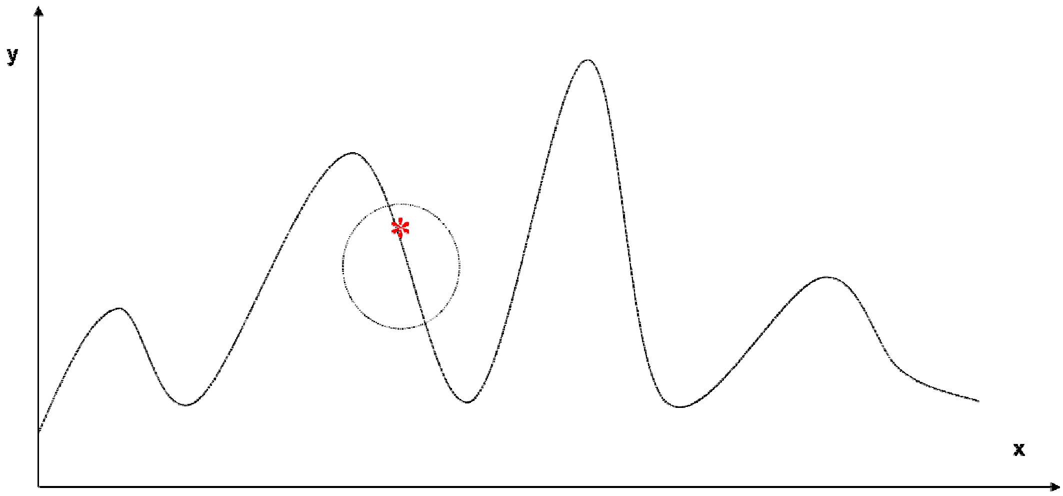
الشكل (3-18) تحديد منطقة البحث"*" وجوار منطقة البحث

13. ثم تقوم خلية النحل بإرسال العاملات التي كانت تنتظر في الخلية إلى هذا الموقع، احتمال هذه النحلات (P-1)، ويتم مقارنة أداء كل عاملة مع كفاءة الموقع المختار الشكل(3-19).



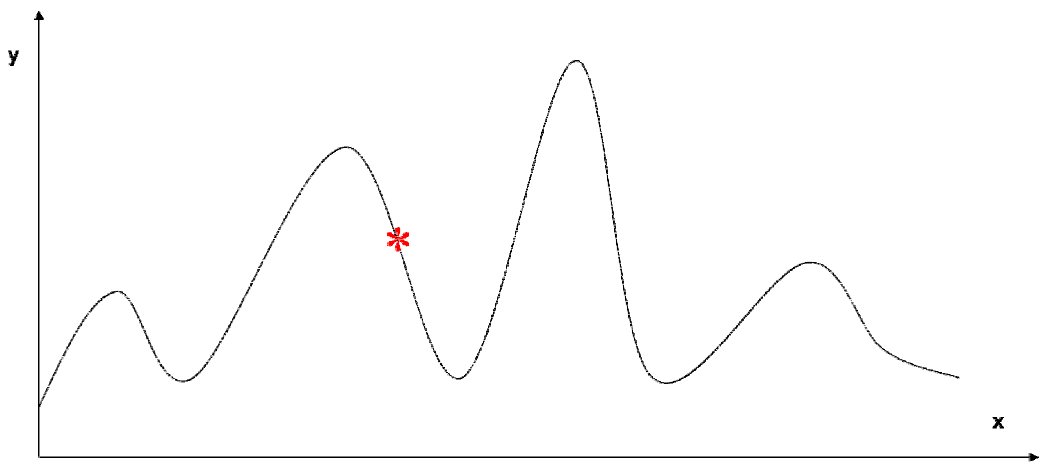
الشكل(3-19) مقارنة أداء العاملة "●" مع كفاءة الموقع المختار"*"

14. يتم اختيار الموقع الأفضل (الحل الأفضل) الشكل(3-20).



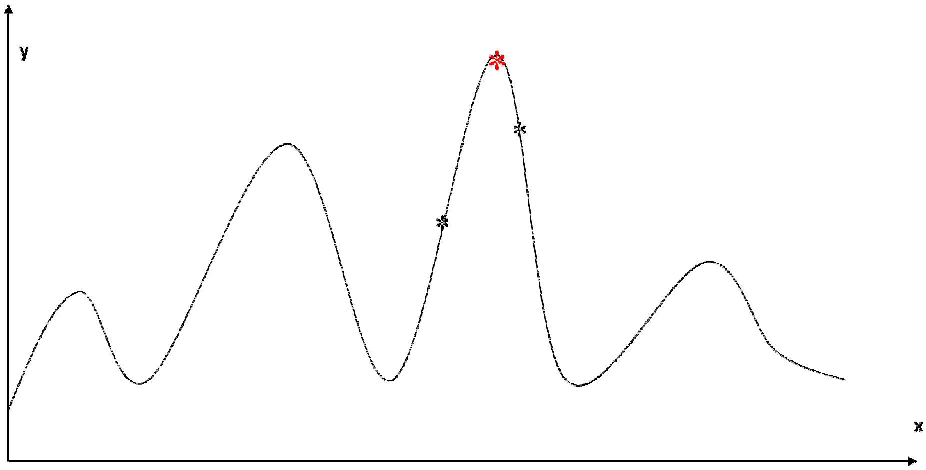
الشكل(3-20) اختيار الموقع الأفضل في البحث المحلي

15. ونكرر هذه العملية (الخطوات 12-13-14) بعدد النحلات العاملات (أي يتم التكرار 6 مرات) باحتمال (1-P) وفي كل مرة نحصل على حل أفضل الشكل(3-21).



الشكل (3-21) أفضل حل وجد بعملية البحث المحلي

16. نكرر عملية البحث الكلية حتى نحصل على الحل الأمثل المطلوب الشكل(3-22).



الشكل (3.22) إيجاد أفضل نقطة والتي تمثل الحل الأمثل

4.1.6. الطريقة الثانية: خوارزمية BEES & BEESE التكيفية
The Adaptive Bees and BEESE Algorithms

1.4.1.6. تحقيق الأمثلية الحتمية باستخدام خوارزمية A –BEES
Deterministic Optimization Using the A-BEES Algorithm

في هذا المقطع يتم شرح خوارزمية **A –BEES** لتحقيق الأمثلية للمسائل الحتمية.

في خوارزمية R- BEES يتم أخذ بدائل العينات (البدائل) بشكل عشوائي إما من التوزيع الشامل G أو التوزيع المحلي *L*، اعتماداً على قيمة بارامتر الاحتمال **p**، بينما خوارزمية A –BEES التكيفية تتناوب بين أخذ العينات من التوزيعات المحلية أو الشاملة بهدف الاستعمال الملائم (محلي أو شامل) للتوزيع في كل مرحلة من مراحل البحث، وذلك اعتماداً على الحل الذي تم التوصل إليه تحدد طبيعة البحث القادمة.

كما في السابق، التوزيع الشامل G يهدف لاستكشاف كامل المجال العملي بينما عائلة (مجموعة) توزيعات العينات المحلية *L* يهدف للبحث في مجال ثانوي (جزئي).

بعد أخذ عينات K نقطة، ومعرفة القيمة المرجعية الأخيرة لتابع الهدف عند هذه النقط (أي الحل المبدئي الذي تم التوصل إليه) يتطلب صنع قرار حول طبيعة البحث القادم فيما إذا كانت نقاط العينات K الجديدة ستختار باستخدام توزيعات العينات المحلية أو الشاملة.

نفرض f^* قيمة التابع للحل الأفضل θ_n الذي وجد حتى الآن و f_L^* قيمة التابع عند أفضل نقطة وجدت في البحث المحلي الذي أنجز آخر مرة، نفرض Δ التحسين في قيمة التابع بين القيمة المرجعية الحالية والقيمة المرجعية السابقة وD المسافة بين النقاط التي تم اختبارها (المسافة بين القيم المرجعية المخُتبرة).

إن خوارزمية إجراء تحديث توزيع أخذ العينات توضح كيف تبدل هذه الطريقة بين توزيعات العينات (شفرة تحديث توزيع العينات).

في خوارزمية إجراء تحديث توزيع أخذ العينات إذا عُلم أن البحث المحلي صحيح يُنجز البحث المحلي فيما عدا ذلك يُنجز البحث الشامل، إن هذه الخوارزمية تتطلب عتبتين عتبة مسافة وعتبة تحسين، نرمز لعتبة

المسافة بالرمز d ولعتبة التحسين بـــ δ، تتحول هذه الخوارزمية من البحث المحلي إلى البحث الشامل إذا كان التحسين في قيمة تابع الهدف بين القيم المرجعية المتعاقبة صغير (أقل من δ) أي إذا البحث المحلي ميّز حلاً مثالياً محلياً (أو حلاً قريباً من الحل المثالي المحلي لتابع الهدف)[15].

1.1.4.1.6. بارامترات خوارزمية A-BEES

أوضح فيما يلي الرموز المعتمدة في خوارزمية A-BEES:

i. عدد النحلات الباحثة **Kg** .

ii. عدد النحلات العاملة K_L .

iii. عتبة التحسين **δ** .

iv. عتبة المسافة الإقليدية بين المواقع **d** .

v. حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له **ngh**.

2.1.4.1.6. خوارزمية تحديث توزيع أخذ العينات (تحديد طبيعة البحث القادمة)

وفيما يلي شرح خطوات كيف تقوم هذه الخوارزمية بتحديث توزيع أخذ العينات:

1. إذا كان البحث محلياً، عندئذ.

2. إذا كانت قيمة التحسين أصغر أو تساوي عتبة التحسين ($if\ \Delta \le \delta$) عندئذ.

3. يكون الاستمرار بالبحث المحلي خطأ(أي يجب الانتقال للبحث الشامل).

4. وتكون قيمة $f_L *$ هي قيمة $f*$ ($f_L * \leftarrow f*$).

5. نهاية الشرط في الخطوة 2 (end if).

6. وإلا (أي أن البحث شامل).

7. إذا كانت قيمة التحسين أصغر أو تساوي عتبة التحسين ($if\ \Delta \le \delta$) عندئذ.

8. إذا كان $f* - f_L * \ge \delta$ ($if\ f* - f_L * \ge \delta$) عندئذ.

9. يتم الانتقال للبحث المحلي.

10. نهاية الشرط في الخطوة 8 (end if).

11. وإلا (أي $\Delta \ge \delta$)

12. إذا كانت المسافة بين العينات أصغر أو تساوي عتبة المسافة ($if\ D \le d$) عندئذ.

13. يتم الانتقال للبحث المحلي.

14. نهاية الشرط في الخطوة 12 (end if).

15. نهاية الشرط في الخطوة 7 (end if).

16. نهاية الشرط في الخطوة 1 (end if).

تنتقل خوارزمية **A –BEES** من البحث الشامل إلى البحث المحلي إذا توفر أحد الشرطين (السببين)، الشرط الأول يحدث الانتقال عندما يكون التحسين Δ بين القيمة الحالية التي تم التوصل إليها والقيمة المرجعية صغيراً

(أصغر من عتبة التحسين)، لكن الفرق بين القيمة الحالية والقيمة المرجعية المحلية الأخيرة كبيراً (أكبر من عتبة التحسين).

أما الشرط الثاني يحدث الانتقال عندما يكون التحسين بين قيمة تابع الهدف الحالية والقيمة المرجعية كبيراً (أكبر من عتبة التحسين) وتكون المسافة D صغيرة [40] .

إن المسافة D من θ1 إلى θ2 يمكن أن تحسب (مثلاً، مسافة اقليدسية إذا كان $\Theta \in R^d$)، التي تعطى بالعلاقة (3.2):

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (x_{ik} - x_{jk})^2} \qquad ....(3.2)$$

حيث إن:

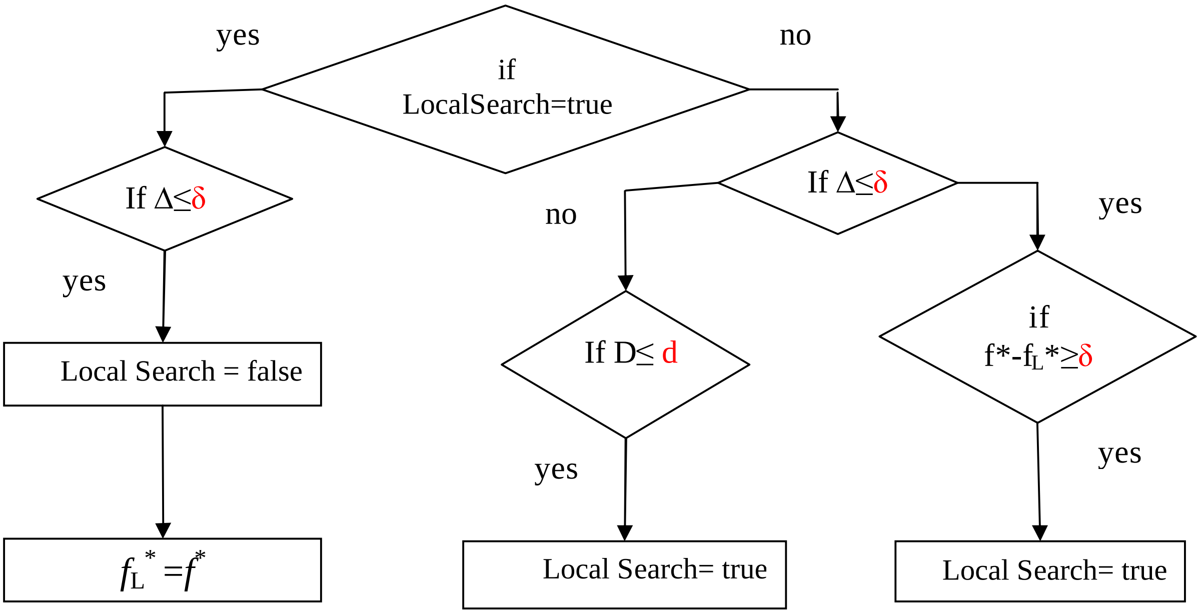
n: عدد المحركات المستخدمة في خط الدرفلة.

Xi: شعاع معامل تنظيم السرعة للقيمة الحالية.

Xj: شعاع معامل تنظيم السرعة للقيمة المرجعية.

3.1.4.1.6. المخطط التدفقي لتحديث توزيع العينات

يظهر الشكل (3-23) المخطط التدفقي لتحديث توزيع العينات:



الشكل(3-23) المخطط التدفقي لخوارزمية تحديث توزيع العينات

حيث إن:

f^* : قيمة الحل الأفضل الحالي.

f_L^*: القيمة المرجعية للبحث المحلي.

δ: عتبة التحسين.

d: عتبة المسافة.

D: المسافة بين قيمة معامل تنظيم السرعة المرجعية والقيمة الحالية.

Δ: قيمة التحسين بين قيمة تابع الهدف المرجعية والقيمة الحالية (سواء في البحث المحلي أو البحث الشامل – في كل نوع من أنواع البحث يوجد قيمة مرجعية وهي عبارة عن أفضل قيمة لتابع الهدف تم التوصل إليها في عملية البحث السابقة، أي الحل المبدئي الذي تم التوصل إليه-)[15].

4.1.4.1.6. خطوات خوارزمية A –BEES لتحقيق الأمثلية الحتمية

1. نأخذ عداداً يبدأ من الصفر $counter \leftarrow 0$، ونأخذ تكرار $n \leftarrow 0$ (تمثل n عدد النحل الكلي حتى نحصل على الحل الأمثل)

2. تنفيذ البحث المحلي غير صحيح (في بداية البحث يكون البحث شامل – النحلة تبدأ أولاً عملية الاستكشاف-)

3. نأخذ العينات θ من توزيع العينات الشامل G.

4. نوجد قيمة تابع الهدف $f(\theta)$ عند هذه القيمة θ.

5. نضع $f(\theta)$ في f_L^* و f^* ($(f^* \,\&\, f_L^* \leftarrow f(\theta))$، ونضع θ في θn ($\theta n \leftarrow \theta$) .

6. طالما لا يتحقق شرط التوقف.

7. إذا كان إنجاز البحث المحلي صحيحاً عندئذ.

8. نأخذ عينات الحل θ من التوزيع المحلي *L*.

9. وإلا.

10. نأخذ عينات الحل θ من التوزيع الشامل G.

11. نهاية الشرط في الخطوة رقم 7.

12. نوجد قيمة تابع الهدف $f(\theta)$ عند القيمة θ.

13. نضيف العداد واحداً ($counter \leftarrow counter+1$) ، ونضيف n واحداً ($n \leftarrow n+1$).

14. نحدّث θn و f^* (إذا احتاج الأمر لذلك).

15. إذا كان العداد يساوي k (if counter=k) عندئذ.

16. نحدّث D و Δ.

17. نحدّث طبيعة (نوع) البحث (مستخدمين خوارزمية إجراء تحديث توزع العينات).

18. صفّر العداد ($counter \leftarrow 0$).

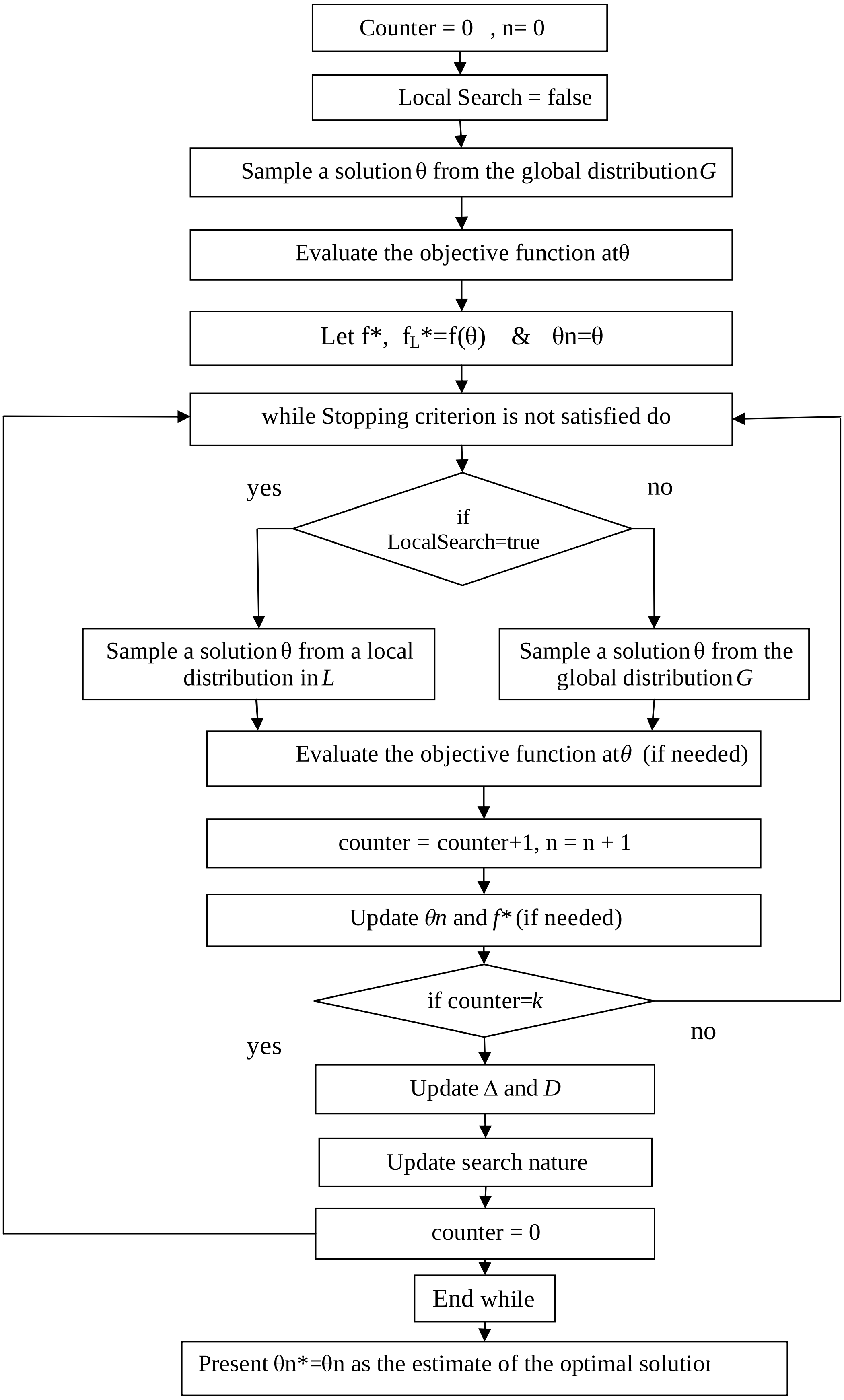
19. نهاية الشرط في الخطوة رقم 15.

20. نهاية شرط التوقف في الخطوة رقم 6.

21. عندئذ يكون الحل المثالي θ_n^* المطلوب هو الحل θ_n [15].

5.1.4.1.6. المخطط التدفقي لخوارزمية النحل التكيفية A-BEES

يمثل الشكل (3-24) المخطط التدفقي لخوارزمية النحل التكيفية:



الشكل (3-24) المخطط التدفقي لخوارزمية النحل التكيفية A-BEES

2.4.1.6. عملية إيجاد الحل الأمثل بتطبيق النموذج الاحتمالي-الإحصائي باستخدام خوارزمية A-BEESE

Stochastic Optimization Using the A-BEESE Algorithm

سأوضح في هذا المقطع كيف تتكيف خوارزمية A-BEES لتتعامل مع مسائل إيجاد الحل الأمثل بطرق احتمالية.

من أجل كل $\theta \in \Theta$ نفرض $f_n(\theta)$ كما سبق ذكرها هي قيمة تابع الهدف $f(\theta)$ المخمنة المتوفرة في نهاية التكرار n، ونفرض أنه يوجد قيمتان مرجعيتان متعاقبتان ظهرتا في عمليتي بحث جزئيتين متعاقبتين بتكرارين n_1 و n_2. نفرض θ_{n1} الحل ذو قيمة تابع الهدف المخمنة العظمى في التكرار n_1 في عملية البحث الجزئية الأولى، وθ_{n2} الحل ذو قيمة تابع الهدف المخمنة العظمى في عملية البحث الجزئية الثانية بتكرار n_2، عندئذ D المسافة من θ_{n1} إلى θ_{n2}، وقيمة التحسين في الحل لتابع الهدف هي $\Delta = f_{n2}(\theta_{n2}) - f_{n2}(\theta_{n1})$، و $f^*=f_{n2}(\theta_{n2})$ و $f_L^*=f_{n2}(\theta_L)$ حيث L عدد التكرار الأخير في البحث المحلي المنجز.

من أجل دمج الميزات التي تساعد التقدير في خوارزمية A-BEES يجب القيام بالتعديلات التالية:

أولاً : ننتقل للبحث المحلي إذا أُنجز البحث الشامل لـ g مرة متعاقبة (هذا تعديل على خوارزمية تحديث توزيع العينات)، من أجل ألا ينفذ البحث الشامل عدداً كبيراً من المرات على حساب البحث المحلي.

ثانياً: في حالة المحاكاة العابرة، نكرر عملية البحث الكلية M مرة فنحصل على M جواب للحل والذي يكون مختبراً في نهاية المحاكاة.

أخيراً: يتم اختيار أفضل حل بين الحلول التي اختيرت والتي عددها M فيتم اختيار الحل الأمثل كما في الخوارزمية R-BEES.

ننجز البحث المحلي (الشامل) من أجل تكرار K_L (Kg) قبل الانتقال للبحث الشامل (المحلي)، (المتضمن في خوارزمية تحديث العينات).

بشكل نموذجي، البارامترات K_L و Kg من الأفضل أن تكون $K_L \geq K_g$.

تتميز خوارزمية A- BEESE بالبارامترات:

- M=1، تنفذ المحاكاة مرة واحدة.
- $g=\infty$، نكرر عملية البحث الشامل في تنفيذ المحاكاة الواحدة عدداً لا نهائي من المرات بشكل متتالٍ.
- K_L=Kg، عدد النقاط المختبرة في البحث الشامل يساوي عدد النقاط المختبرة في البحث المحلي.

تخفض خوارزمية A- BEESE لخوارزمية A- BEES [15].

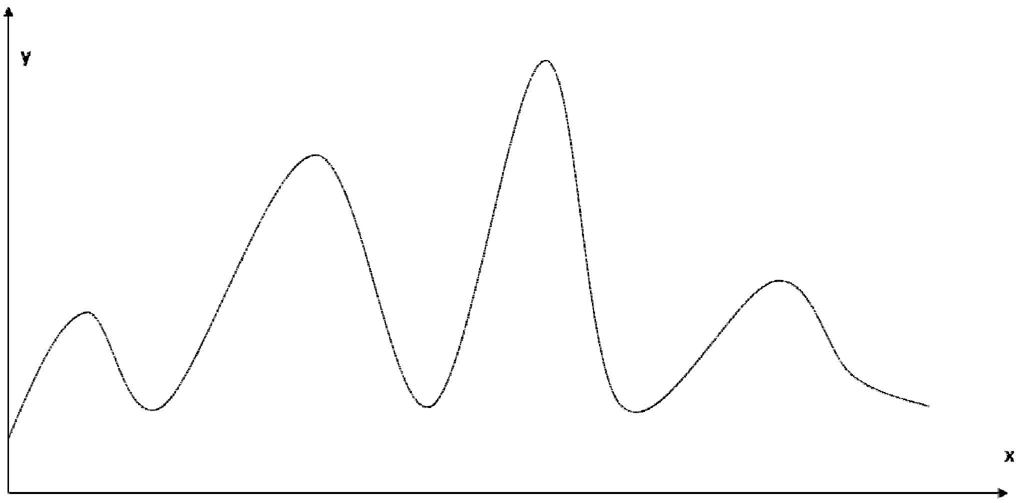
1.2.4.1.6. بارامترات خوارزمية A- BEESE

أوضح فيما يلي الرموز المعتمدة في خوارزمية A-BEES:

i. **K, K_L, Kg** عدد النقاط المختبرة في كل مرحلة بحث سواء كانت شاملة **kg** أو محلية**K_L**
ii. عتبة التحسين **δ**.
iii. عتبة المسافة **d**.
iv. عدد المرات المسموح بها إجراء البحث الشامل بشكل متتالٍ g، ومن ثم يجب الانتقال للبحث المحلي.
v. عدد مرات تكرار المحاكاة **M**.

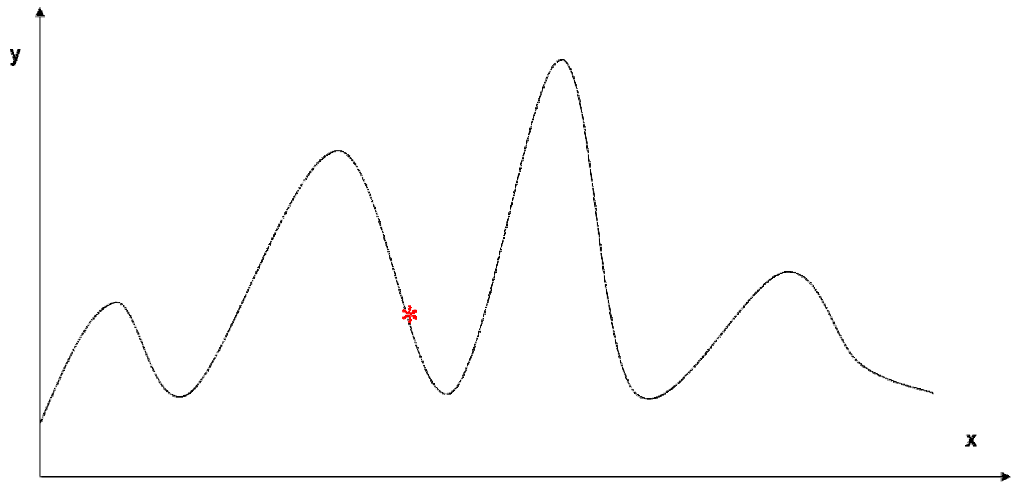
مثال: الحصول على أفضل قيمة تابع رياضي (أمثلية التابع) باستخدام خوارزمية A-BEES

سنعرض نفس المثال السابق لتوضيح كيف تعمل خوارزمية النحل (A-BEES) للحصول على أفضل قيمة للتابع الرياضي السابق (أمثلية التابع) الشكل(3-25).



الشكل (3-25) التابع الرياضي

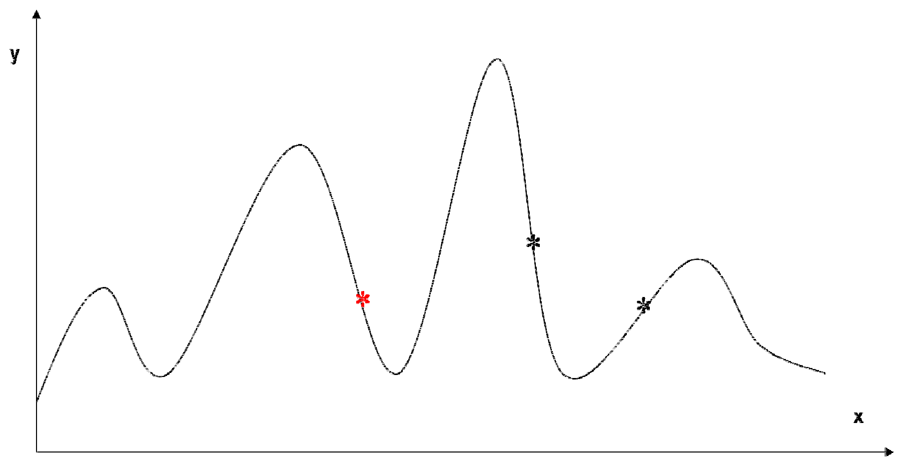
1. نختار موقعاً ما بشكل عشوائي (أي نأخذ حل متوقع θ من توزيع العينات الشامل G).
2. ونقيم كفاءة هذا الموقع (نوجد قيمة تابع الهدف عند هذه النقطة θ).
3. ونعتبر هذا الموقع في البداية أنه أفضل موقع يستخدم في البحث الشامل والبحث المحلي، حيث في بداية البحث يتم إرسال الكشافات من أجل استكشاف المواقع (نرشح هذا الحل θ كحل أمثلي θn) الشكل(3-26).



الشكل (3-26) الحل الابتدائي "*" المرشح كحل أمثلي

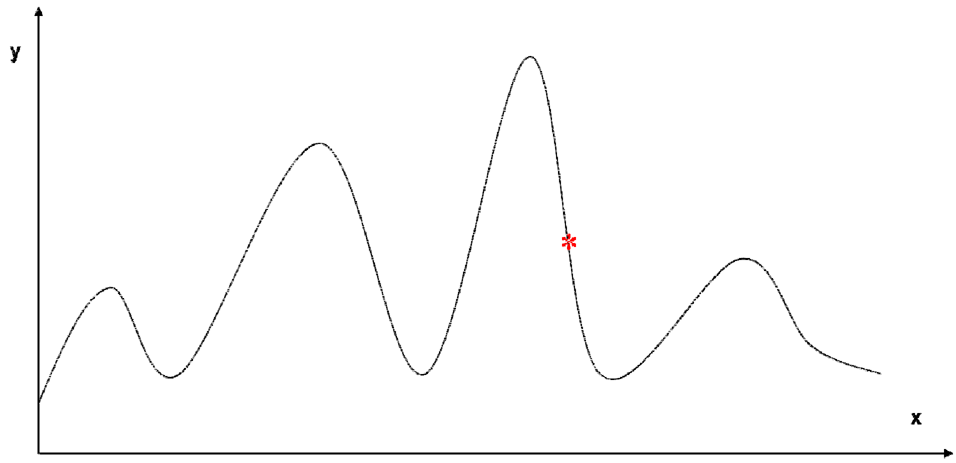
4. في خوارزمية A-BEES كما في الخوارزميات الأخرى يوجد نوعان من البحث كما سبق ذكر ذلك، البحث المحلي (الاستثمار) والبحث الشامل (الاستغلال)، ولكن الانتقال من البحث المحلي إلى البحث الشامل أو العكس يتم تبعاً لشروط معينة.

5. فإذا كان البحث شاملاً (الاستكشاف) يتم إرسال عدد من الكشافات kg **(kg=2)** ويتم مقارنة هذه المواقع مع الموقع الابتدائي الشكل (3-27).



الشكل (3-27) المقارنة بين المواقع المختبرة"*" والموقع الابتدائي"*"

6. نحصل على الموقع الأفضل بين هذه المواقع الشكل (3-28).

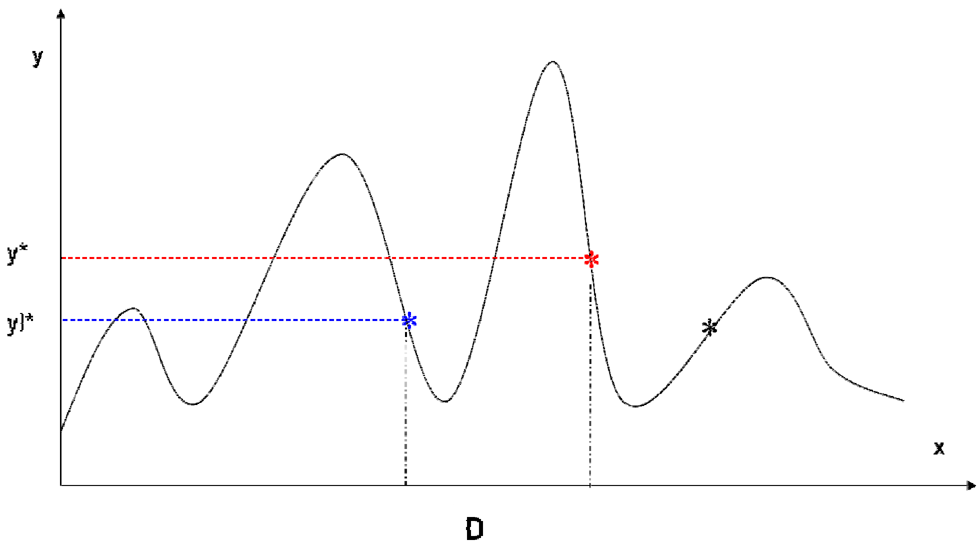


الشكل(3-28) أفضل موقع"*" تم الحصول عليه في عملية البحث الشامل

7. بعد كل عملية بحث هناك احتمالان: إما أن تتغير طبيعة البحث وإما ألا تتغير طبيعة البحث، يتم تحديد طبيعة البحث القادمة اعتماداً على النتائج التي تم التوصل إليها، حسب مايلي:

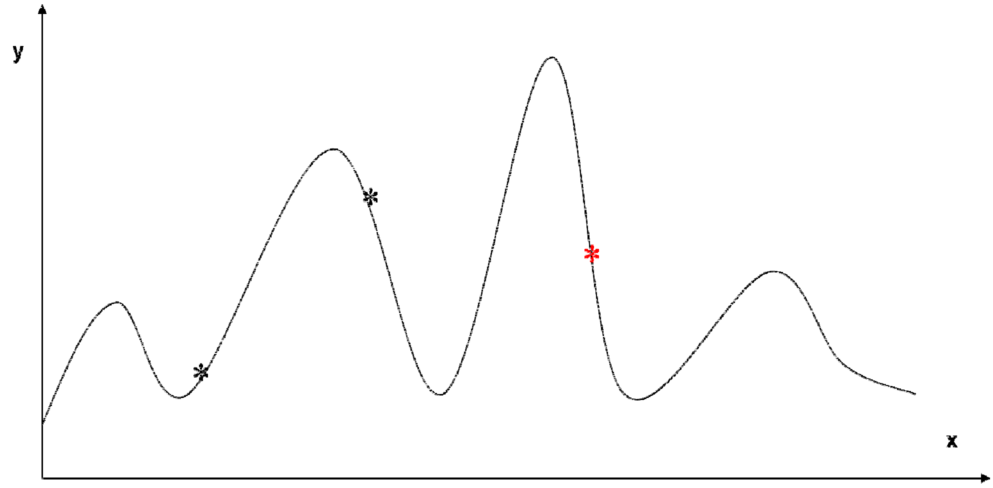
إذا كان البحث السابق شاملاً : إذا كان $\Delta \leq \delta$ الفرق بين القيمة الحالية لتابع الهدف التي تم التوصل إليها(f) والقيمة المرجعية (الابتدائية) لتابع الهدف (f_g) أصغر من عتبة التحسين عندئذ يتم إيجاد الفرق بين القيمة الحالية لتابع الهدف التي تم التوصل إليها (f) والقيمة المرجعية المحلية (الابتدائية) لتابع الهدف (f_L)، إذا كان هذا الفرق أكبر من عتبة التحسين عندئذ يتم الانتقال إلى البحث المحلي.

أما إذا كان $\Delta \geq \delta$ عندئذ يتم إيجاد المسافة "D" بين قيمة العينة الحالية التي تم التوصل إليها وقيمة العينة المرجعية، إذا كان $D \leq d$ يتم الانتقال للبحث المحلي وغير هذين الشرطين يستمر تنفيذ البحث الشامل الشكل(3-29).



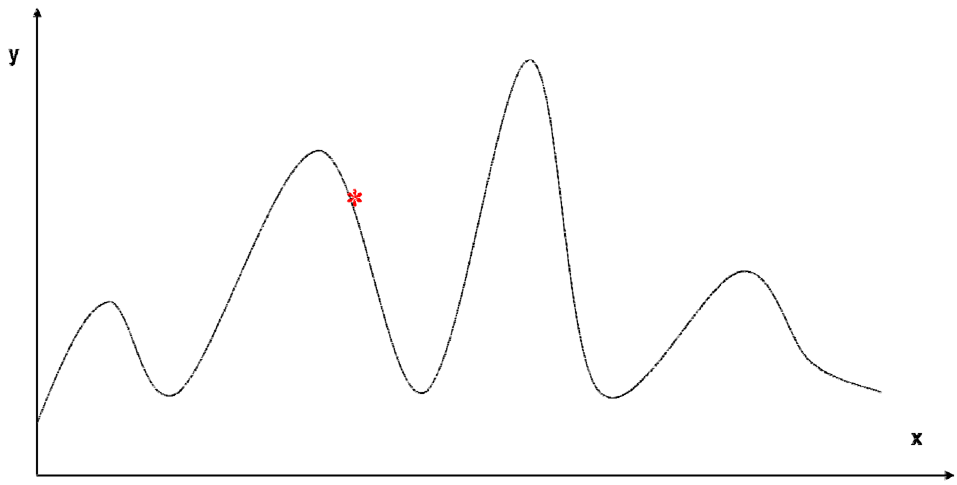
الشكل (3-29) المسافة "D" بين قيمة العينة الحالية و قيمة العينة المرجعية

فإذا كانت الشروط محققة أن يبقى البحث شاملاً، يتم تكرار الخطوة السابقة مع اعتبار أن الحل الذي تم التوصل إليه في المرة السابقة هو الحل الذي يتم المقارنة معه.
فيختار أيضاً **(kg=2)** ويتم المقارنة من جديد مع القيمة المرجعية، حيث أن القيمة المرجعية هي أفضل قيمة تم التوصل إليها في عمليات البحث الشامل السابقة الشكل(3-30).



الشكل(3-30) الحصول على الحل الأفضل عندما يكون البحث شاملاً وبقي شاملاً (أي لم تتغير طبيعة البحث)

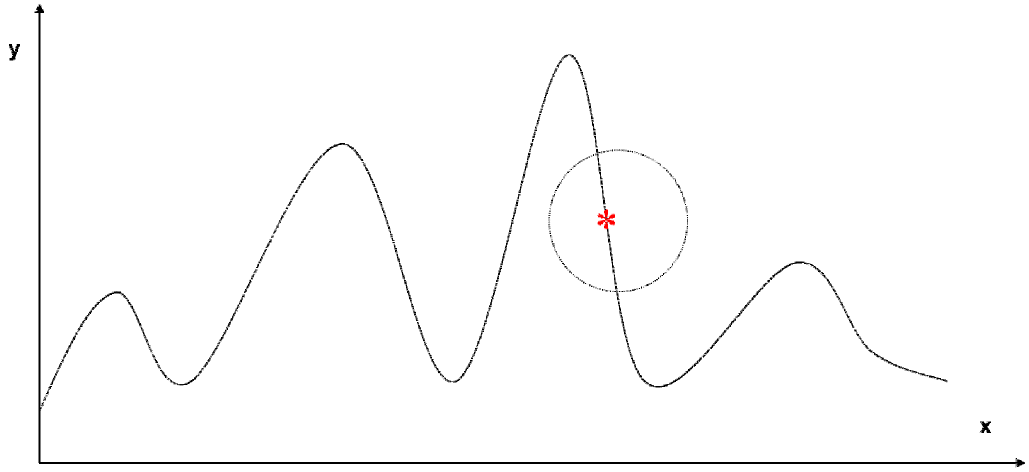
8. ويتم الحصول على الحل الأفضل الشكل(3-31).



الشكل(3-31) الحصول على الحل الأفضل

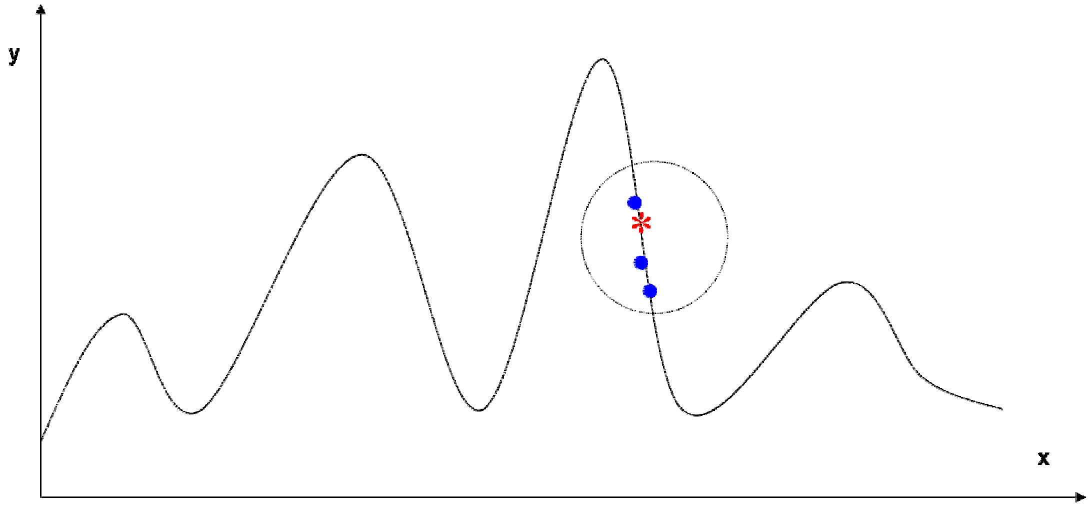
يجب ألا يتكرر البحث الشامل لأكثر من **g** مرة على التوالي، عندما يتكرر البحث الشامل لـ g مرة متتالية يتم الانتقال مباشرة إلى البحث المحلي بغض النظر عن الشروط الأخرى (في طريقة A-BEESE) الشكل(3-32).

9. أما إذا كان البحث شاملاً ويجب الانتقال إلى البحث المحلي، يتم تحديد حجم الجوار.

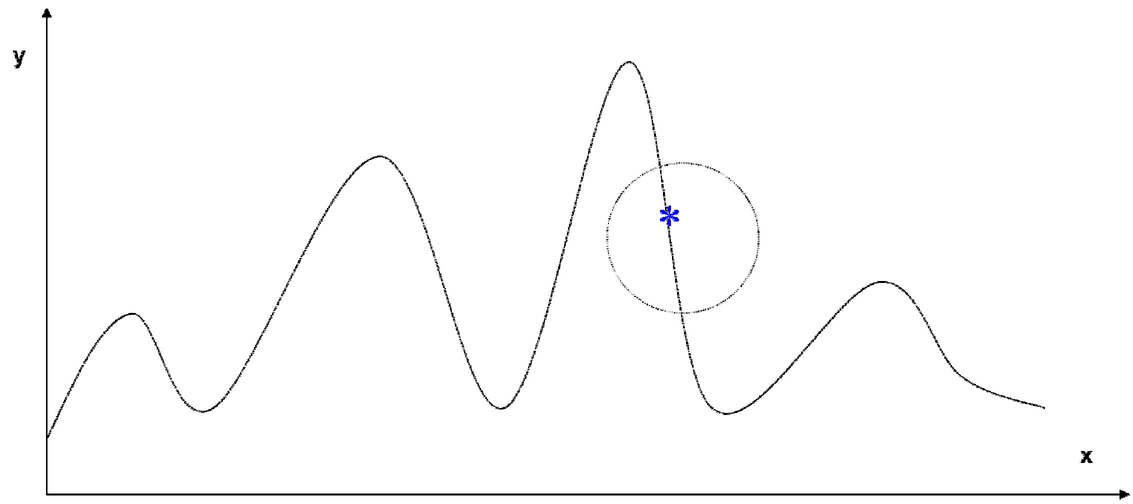


الشكل (3-32) يحدد منطقة البحث"*" وجوارها

10. فيتم اختيار عدد النحلات العاملات **K_L** إذا كانت طريقة A-BEES : (K_L=2 لأن:K_L=K_g=K) أما في طريقة A-BEESE نختار (K_L=3) الشكل(3-33)، ويتم اختيار أفضل حل الشكل(3-34).



الشكل (3-33) النحلات العاملات "●" الموقع الذي تم اختياره

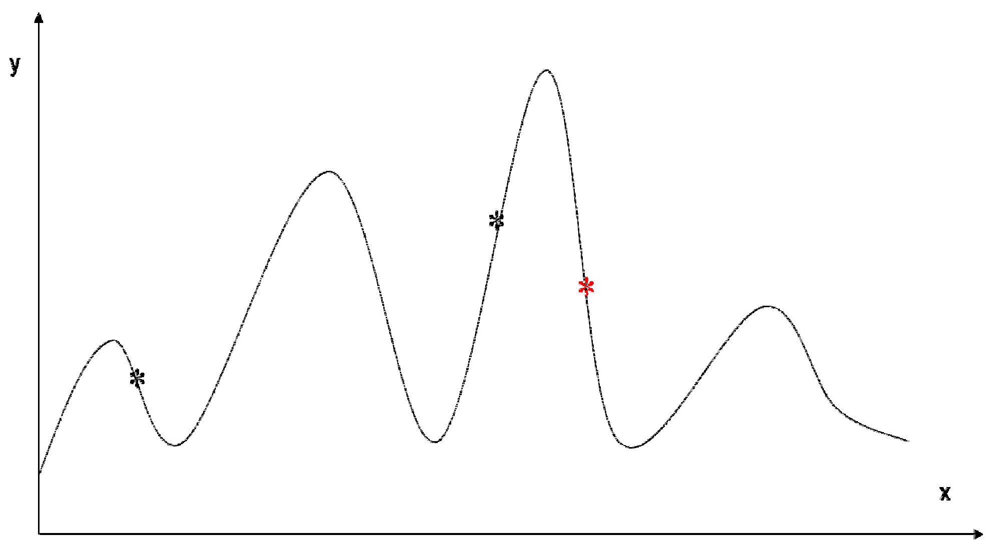


الشكل (3-34) الحل الأفضل الذي تم التوصل إليه في البحث المحلي

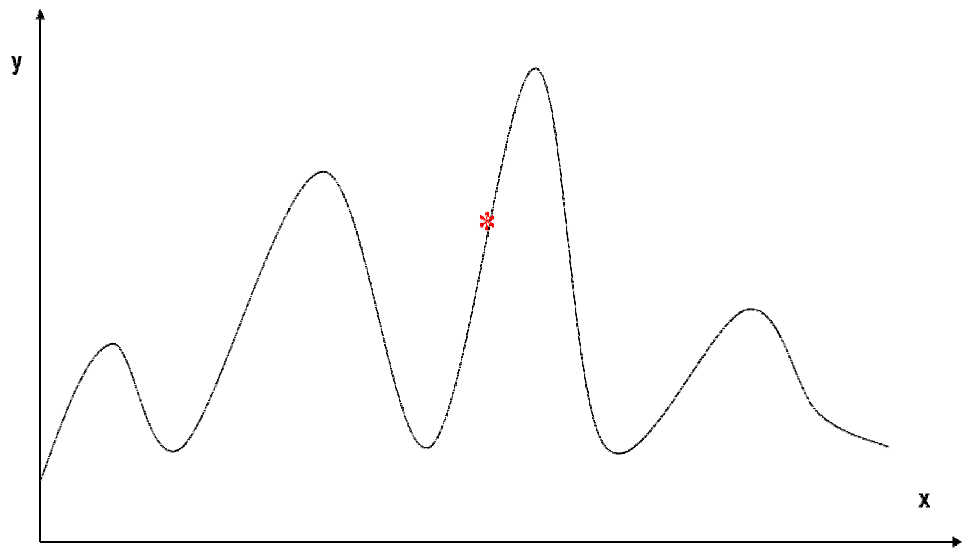
11. في نهاية عملية البحث المحلي يجب تحديد طبيعة البحث القادمة فإذا كان التحسين $\Delta \geq \delta$ يستمر البحث بحثاً محلياً، أما إذا كان $\Delta \leq \delta$ الفرق بين القيمة الحالية المحلية التي تم التوصل إليها والقيمة المحلية المرجعية أصغر من عتبة التحسين فعندئذ ينتقل البحث المحلي إلى البحث الشامل وتعتبر القيمة المحلية الحالية الأفضل التي تم التوصل إليها هي القيمة المحلية المرجعية في الاختبارات اللاحقة.

12. إذا كان البحث المُنفذ السابق محلياً، وحسب شروط تحديد طبيعة البحث يكون البحث التالي محلياً، يتم تحديد أيضاً عدد العاملات التي سترسل إلى المكان الأفضل الذي تم التوصل إليه حتى الآن $(K_L=3)$ وتكرر نفس الخطوة السابقة (أي عملية بحث محلي).

13. أما إذا كان البحث المُنفذ محلياً، وحسب الشرط السابق يكون البحث التالي بحثاً شاملاً يتم اختيار موقعين جديدين **(kg=2)** ومقارنتهما مع الموقع الأفضل الذي تم التوصل إليه حتى الآن (أي عملية بحث شامل) الشكل(3-35)، ويتم اختيار أفضل حل الشكل(3-36).

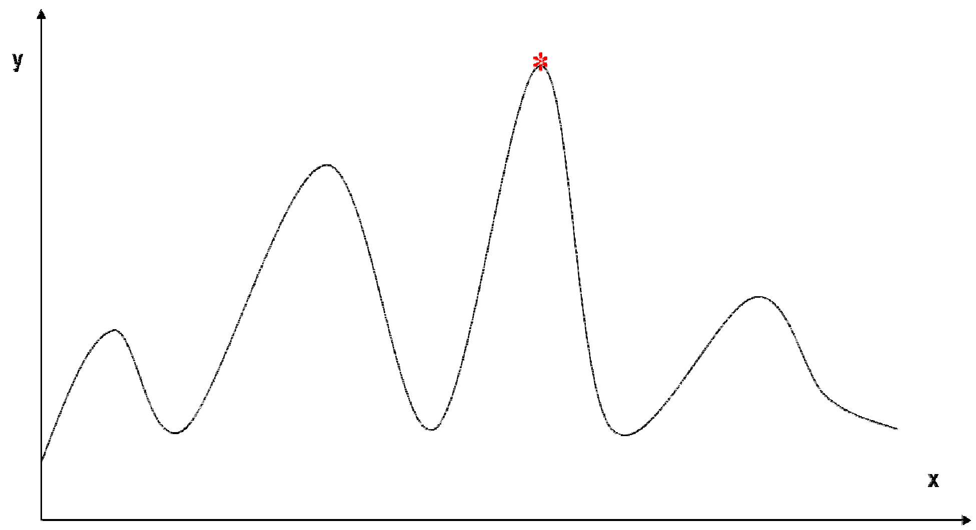


الشكل (3-35) يتم تحديد الحل الأفضل



الشكل (3-36) الحل الأفضل الذي تم التوصل له خلال عمليات البحث السابقة

14. وهكذا تستمر عملية البحث بالانتقال بين البحث المحلي والشامل حسب الشروط التي تم توضيحها سابقاً لتحديد طبيعة البحث حتى يتم التوصل إلى الحل الأمثل الشكل (3-37).



الشكل (3-37) الحصول على الحل الأمثل

2.6. وجهة النظر الثانية لخوارزمية النحل

1.2.6. الطريقة الثالثة: تحقيق الأمثلية الحتمية باستخدام خوارزمية النحل B-A
Deterministic Optimization Using Bees Algorithm B-A

هي عبارة عن خوارزمية إيجاد الحل الأمثل، وفكرتها مأخوذة أيضا من سلوك النحل المتبع لجمع الرحيق وغبار الطلع ولكن من وجهة نظر مختلفة للخوارزمية السابقة، يتم إرسال عدد محدد من الكشافات، وبعد عودة النحلات المستطلعة إلى الخلية يتم تحديد الاستحقاق النسبي لكل موقع من هذه المواقع التي تم استكشافها – كل كشافة تحدد موقعاً واحداً- يتم اختيار مواقع جيدة للبحث، ومن هذه المواقع التي تم اعتمادها من قِبل الخلية على أنها مواقع جيدة يتم اختيار مواقع أفضل وتُرشح على أنها أفضل من المواقع التي تم اعتمادها السابقة الذكر، فترسل عدداً من النحلات العاملات إلى هذه المواقع (أفضل الأفضل)، وترسل عدداً أقل من عدد العاملات إلى المواقع التي رُشحت على أنها مواقع جيدة، ويتم استكشاف مواقع جديدة أيضاً، وبهذا يمكن أن نحصل على حل أفضل من أي حلول تم التوصل إليه سابقاً.

1.1.2.6. بارامترات خوارزمية B-A

أوضح فيما يلي الرموز المعتمدة في خوارزمية A-B:

i. عدد النحلات الباحثة **n**.

ii. عدد المواقع المختارة **m** مأخوذة من **n**.

iii. عدد المواقع الممتازة (المنتخبة كأفضل مواقع) **e** مأخوذة من **m**.

iv. عدد النحلات المختارة للمواقع **e** الممتازة n_2 أو **nep**.

v. عدد النحلات المختارة للمواقع **m-e** وهي $\mathbf{n_1}$ أو **nsp**.

vi. تهيئة حجم منطقة الجوار **ngh** التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له [41].

2.1.2.6. خطوات خوارزمية النحل B- A

1. تهيئة تعداد (Population) بحلول عشوائية (تهيئة عدداً من النحلات الباحثة قدره n): تبدأ الخوارزمية بوضع n نحلة كشافة بشكل عشوائي في فضاء البحث.

2. تقييم ملائمة التعداد: يتم هنا تقييم ملائمة (جودة) المواقع المُزارة من قبل النحلات الكشافة.

3. طالما شرط التوقف غير محققاً (تشكيل تعداد جديد).

4. اختيار مواقع مجاورة للبحث وفق الحجم ngh: يتم في هذه الخطوة اختيار النحلات التي تمتلك الملائمة (الكفاءة) الأفضل وجعلها النحلات المختارة، كما يتم اختيار المواقع المُزارة من قبل تلك النحلات كمواقع مجاورة للبحث.

5. تجنيد النحلات للمواقع المختارة (نحلات أكثر n_2 أو nep للمواقع الأفضل e) وتقييم ملائمة (كفاءة) الموقع.

6. اختيار النحلة الأفضل (الأنسب) من كل موقع ذي الملائمة (الكفاءة) العليا (higher fitness) لتشكل التعداد النحلي التالي الجديد. لا يوجد مثل هذا القيد في الطبيعة، ولكن وضع في الخوارزمية لإنقاص عدد النقاط المطلوب اكتشافها.

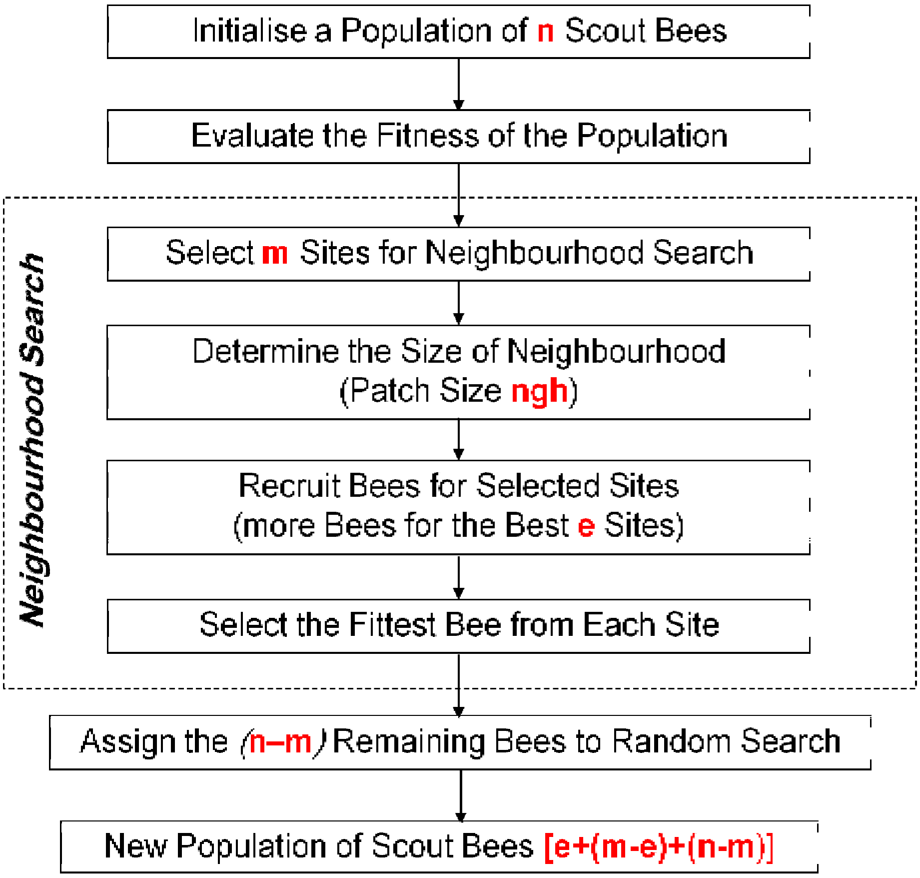
7. يتم إسناد النحلات المتبقية في التعداد بشكل عشوائي حول فضاء البحث وتقييم نتائجها.

8. يتم تكرار الخطوات من **3** إلى **7** حتى يتحقق شرط التوقف.

9. وفي نهاية كل مرحلة، تمتلك الخلية جزأين تستخدمهما في التعداد الجديد، هما ممثل من كل بقعة مختارة ونحلات كشافة (باحثة) أخرى جديدة توجه إلى عمليات بحث عشوائية [42] .

3.1.2.6. المخطط التدفقي لخوارزمية النحل B-A

يمثل الشكل(3-38) المخطط التدفقي لخوارزمية النحلB-A



الشكل(3-38) المخطط التدفقي لخوارزمية النحل B-A

2.2.6. عملية إيجاد الحل الأمثل بتطبيق النموذج الاحتمالي-الإحصائي باستخدام خوارزمية النحل B-A E

Stochastic Optimization Using the B-AE Algorithm

خوارزمية B-A E لإيجاد الحل الأمثل بطرق احتمالية-إحصائية (stochastic) في الجوهر تماماً مثل خوارزمية B-A لتحقيق الأمثلية الحتمية ولكن بإضافة عنصر التقدير، وكما في الخوارزميات السابقة المدروسة في هذا البحث تنفذ المحاكاة M مرة، وفي كل مرة يتم التوصل لأول حل يحقق الشرط المطلوب، ويتم تجميع الحلول التي تم التوصل إليها، أي نحصل في نهاية تنفيذ المحاكاة على M حل جيد، ويتم اختيار أفضل حل تم التوصل إليه من بين الحلول المختبرة كحل أمثلي، في هذا البحث لقد اخترت الحل الذي يحقق أصغر مجموع فروقات تم التوصل إليه من تنفيذ المحاكاة M مرة هو الحل الأمثل.

في حالة تحقيق الأمثلية الحتمية تكون بارامترات خوارزمية B-AE كالتالي:

- **v** M=1، تنفذ المحاكاة مرة واحدة والحل الذي تم التوصل إليه من تنفيذ المحاكاة مرة واحدة يكون هو الحل الأمثل.

وبالتالي تخفض خوارزمية B-AE إلى خوارزمية B-A

1.2.2.6. بارامترات خوارزمية النحل الاحتمالية B-A E

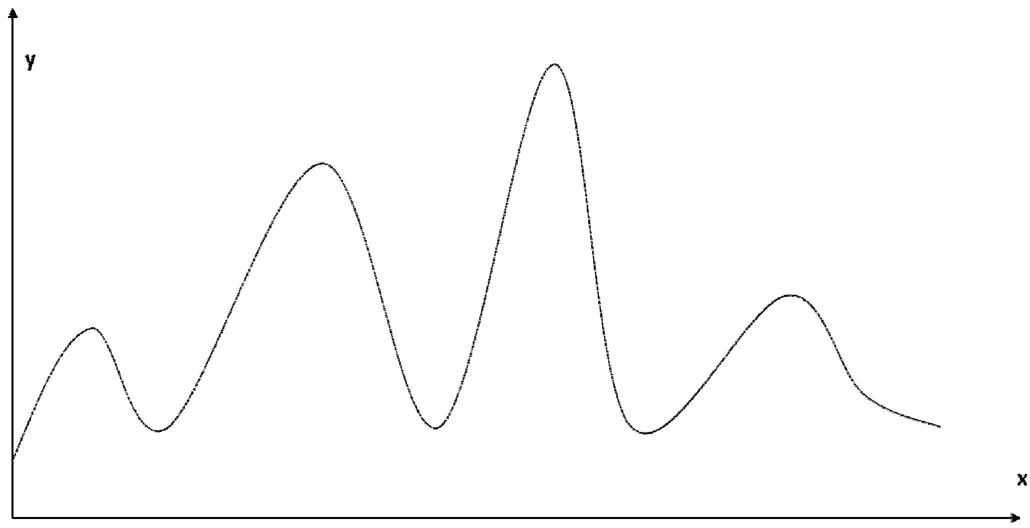
أوضح فيما يلي الرموز المعتمدة في خوارزمية B-A E:

- **i.** عدد مرات تكرار المحاكاة **M**.
- **ii.** عدد النحلات الباحثة **n**.
- **iii.** عدد المواقع المختارة **m** مأخوذة من **n**.
- **iv.** عدد المواقع الممتازة (المنتخبة كأفضل مواقع) **e** مأخوذة من **m**.
- **v.** عدد النحلات المختارة للمواقع **e** الممتازة $\mathbf{n_2}$ أو **nep**.
- **vi.** عدد النحلات المختارة للمواقع **m-e** وهي $\mathbf{n_1}$ أو **nsp**.
- **vii.** تهيئة حجم منطقة الجوار **ngh** التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

مثال: الحصول على أفضل قيمة تُمثل تابع رياضي (أمثلية التابع) باستخدام خوارزمية B-A [29]:

سأعرض نفس المثال السابق لتوضيح كيف تعمل هذه الخوارزمية

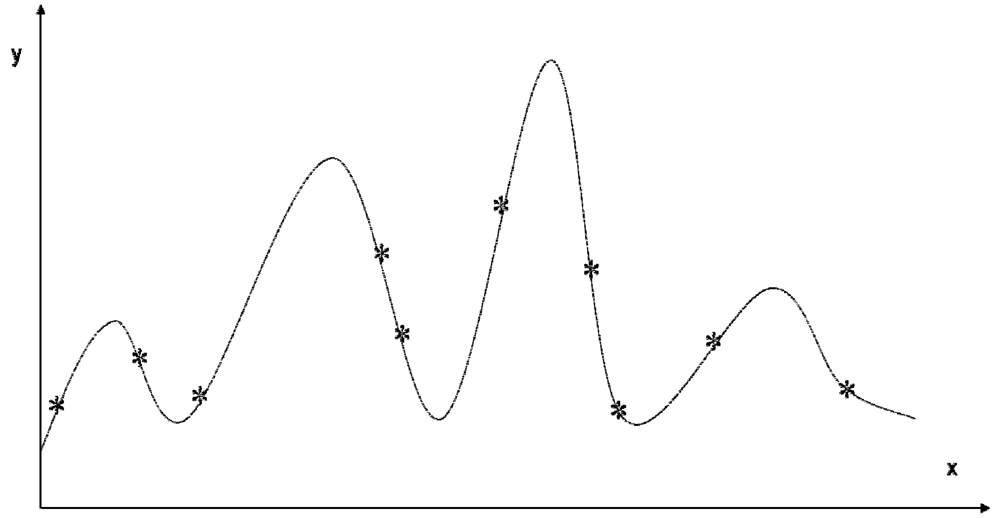
يظهر الشكل (3-39) التابع الرياضي ثنائي البعد.



الشكل (3-39) تابع رياضي ثنائي البعد

1. تحديد قيمة التعداد

في الخطوة الأولى يتم تهيئة تعداد بحلول عشوائية (تهيئة عدد من النحلات الكشافة قدره **n**)، فتبدأ الخوارزمية بوضع **n** نحلة كشافة بشكل عشوائي في فضاء البحث (بفرض مثلاً أن (**n=10**) نحلة كشافة)، يبين الشكل (3-40) توزع النحلات الكشافة **n** على التابع:



الشكل (3-40) توزع النحلات الكشافة (n=10) على التابع

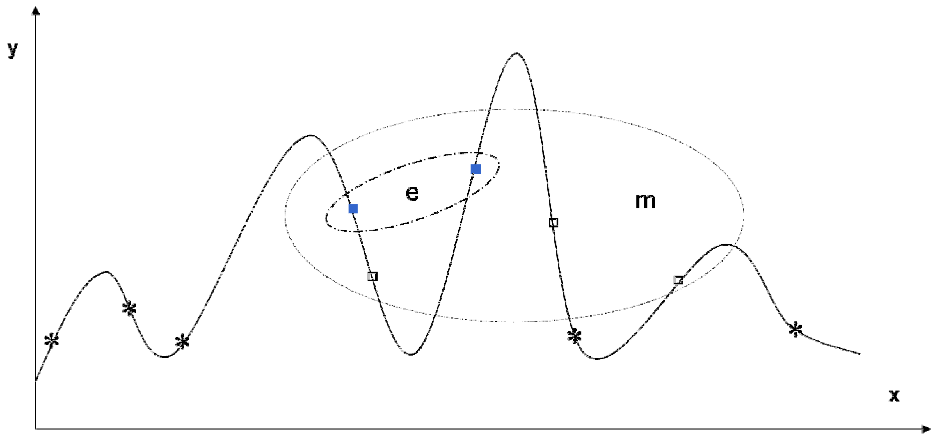
2. تقييم ملائمة التعداد

إرسال النحلات الكشافة إلى البحث وبعد العودة يتم تقييم ملائمة المواقع المزارة. حيث يتم بناء مصفوفة بعدد النحلات الكشافة أي من **10** قيم، ويتم تنظيمها بشكل تصاعدي من القيمة العظمى للتابع **Y** وحتى القيمة الدنيا بالاعتماد على التابع الرياضي السابق.

3. يتم اختيار أفضل **m** موقع بشكل عشوائي (أفضل تقييم لـ **m** نحلة كشافة) من **n** نحلة كشافة.

وليكن على سبيل المثال (**m=5**) موقع، واختيار أفضل **e** موقع (نحلة كشافة) من **m** حيث تحدد عشوائياً. مثلاً (**e=2**) وبالتالي يصبح لدينا **m-e=5-2=3**.

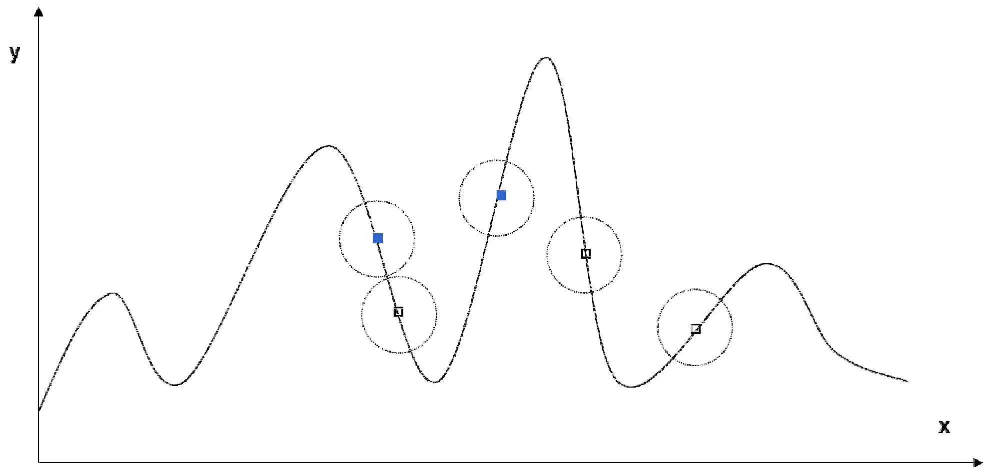
يبين الشكل(3-41) النحلات الأفضل **e** التي تظهر على شكل مربع ممتلئ باللون الأزرق، والنحلات **m-e** التي تظهر على شكل مربع مفرغ، أما باقي النحلات فتظهر على شكل نجمة.



الشكل (3-41) اختيار أفضل موقع (m=5) وأفضل الأفضل (e=2) و (m-e=3)

4. اختيار مواقع مجاورة للبحث وفق الحجم ngh

يتم في هذه الخطوة تحديد حجم جوار **ngh** يستخدم للتعديل على النحلات **m** المحددة في الخطوة السابقة، لأنه قد يكون هناك حلول أفضل من الحل الأصلي ضمن هذا الجوار. يبين الشكل(3-42) جوار النحلات **m** على التابع:



الشكل (3-42) جوار النحلات m على التابع

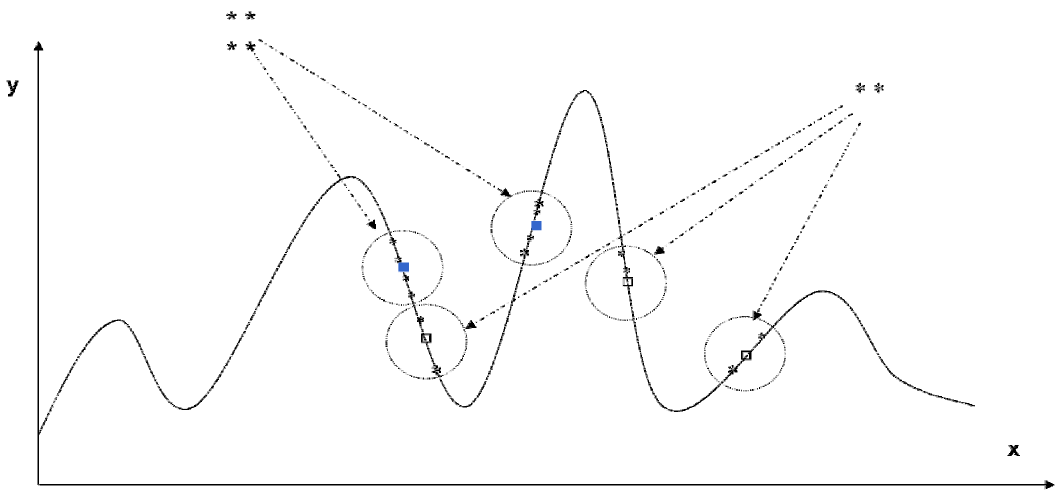
5. تجنيد النحلات للمواقع المختارة وتقييم ملائمة المواقع

يتم اختيار عدد نحلات عشوائي n_2 لإرسالها إلى المناطق **e** (مثلاً $n_2=4$)، واختيار n_1 نحلة عشوائياً عددها أصغر من n_2 (مثلاً $n_1=2$) وإرسالها إلى المناطق **m-e**. أي ترسل نحلات أكثر عدداً إلى المواقع **e** (المواقع الغنية) ونحلات أقل إلى المواقع **m-e** (المواقع الفقيرة).

$n_1=2$(فقيرة)

$n_2=4$(غنية)

كما يبين الشكل (3-43) النحلات المجندة لجوار **e & m-e** على التابع:



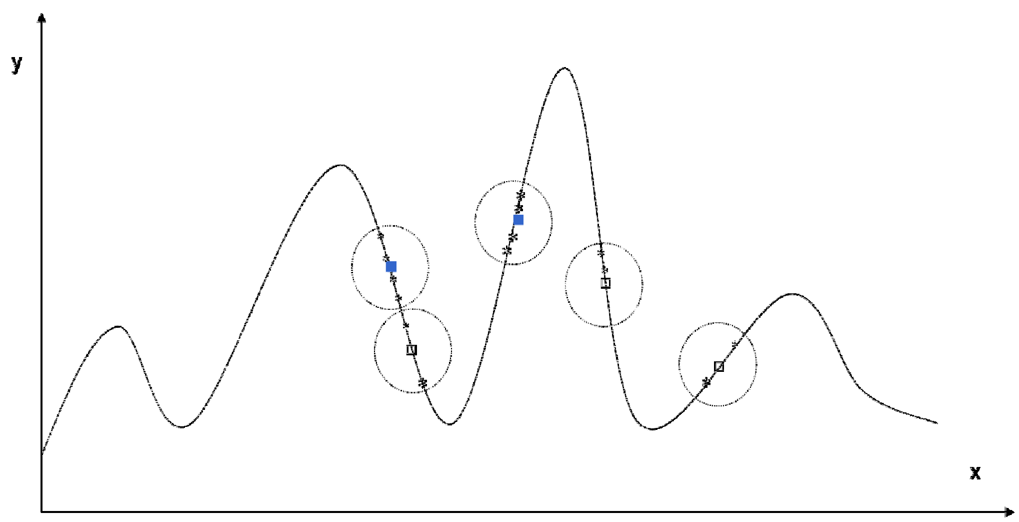
الشكل (3-43) إرسال عدد أكبر من النحلات إلى المواقع الغنية **e** وعدد أقل إلى المناطق الفقيرة **(m-e)**

6. اختيار النحلة الأفضل من كل موقع ذات الملائمة الأعلى لتشكل تعداد نحل جديد

يتم اختيار أفضل نحلة من كل موقع **m** كما يلي:

- يتم أخذ الموقع الأول وليكن موقعاً من مواقع **e**.
- تقارن قيم تقييم نحلات الجوار $n_2=4$ مع النحلة الأصلية وتؤخذ النحلة ذات التقييم الأعلى لتشكيل أحد أفراد التعداد النحلي الجديد.
- تكرر الخطوة **(6)** لجميع مواقع **m** ويتم الحصول في النهاية على أفضل **m=5** نحلات يتم تخزينها في بداية مصفوفة مؤلفة من **n=10**.

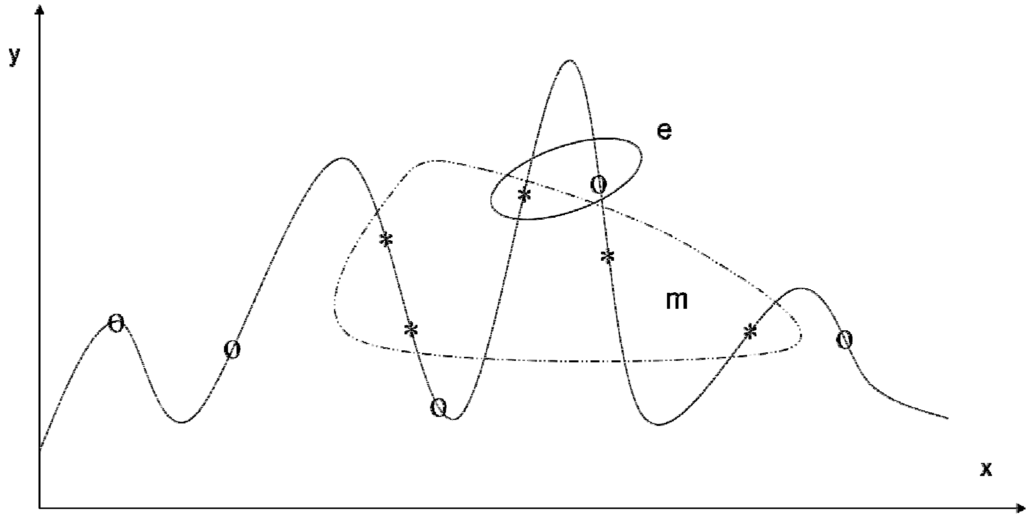
يبين الشكل (3-44) أفضل نحلة من كل موقع **m** على التابع:



الشكل (3-44) أفضل نحلة من كل موقع **m**

7. تهيئة تعداد نحل جديد

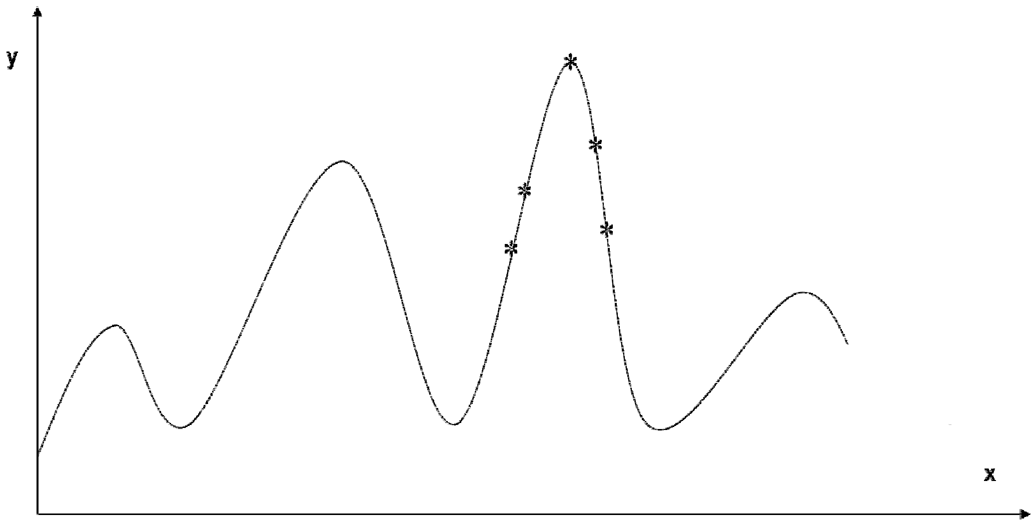
يتم إسناد النحلات المتبقية في التعداد **n-m** بشكل عشوائي حول فضاء البحث (القيم من 6 وحتى 10 في المصفوفة السابقة) وفي النهاية تؤخذ القيم الخمس السابقة (القديمة) وخمس قيم أخرى التي تختار من باقي القيم **n-m** بشكل عشوائي فنحصل على التعداد الجديد. يبين الشكل (3-45) النحلات **n-m** على شكل دوائر على التابع:



الشكل (3-45) اختيار (n-m) المتبقية كقيم عشوائية

8. تكرار الخطوات من (2-7) حتى يتحقق شرط التوقف.

9. يتم في النهاية الحصول على الشكل(3-46) الذي يحوي أفضل حل للتابع.



الشكل (3-46) إيجاد أفضل نقطة والتي تمثل الحل الأمثل

يتم أخذ أفضل قيمة (أفضل نحلة من جميع مواقع **m**) من الشكل النهائي الذي ينتج عن آخر تكرار، وستمثل هذه القيمة الحل الأمثل للتابع الرياضي.

7. تطبيقات خوارزمية النحل Bees Algorithm Applications

تعتبر خوارزمية النحل من الخوارزميات الحديثة المستخدمة في مجال إيجاد الحلول الأمثلية، ومن أهم تطبيقاتها:

- أمثلية التوابع.
- مسألة البائع المتجول [4].
- التحكم بالروبوت [43].
- تحسين وسائط خوارزمية SVM(Support Vector Machine) من أجل حل مشكلة شوائب الخشب wood Defect [44].
- تجميع البيانات: حل مشكلة النهاية المحلية لخوارزمية k-means [45].
- تحسين عملية تدريب الشبكات العصبية [46] [47] [48].
- التصميم الإلكتروني [49].
- التصميم الهندسي والصناعي [50].

8. مزايا خوارزمية النحل Bees Algorithm Features

- تتميّز ببساطتها.
- ذات فعالية عالية في إيجاد الحلول الأمثلية.
- سهولة تشفيرها وتطبيقها في مختلف لغات البرمجة لإيجاد الحلول الأمثليّة في العديد من المشكلات العدديّة المعقّدة.

9. مساوئ خوارزمية النحل Bees Algorithm Drawbacks

- تمتلك العديد من البارامترات.
- الصعوبة في تحديد القيم المناسبة للبارامترات (عملية اختيار القيم عشوائية).

الفصل الرابع

CHAPTER FOURTH

النتائج والمناقشة

Results And Discussion

خطوات البحث

1. دراسة معاملات تنظيم سرعة التدفق الحجمي للمعدن

قمت في البدء بدراسة معاملات تنظيم سرعة التدفق الحجمي للمعدن، والتي يوضحها الجدول(1)، الذي يظهر عدداً من المعلومات وهي: رقم منصة الإنتاج واستطاعة المحرك المستخدم والسرعة وقطر اسطوانة الدرفلة وسرعة اسطوانة الدرفلة وكذلك مقطع المعدن.

الجدول(1) معلومات خط الدرفلة المستخدم في العملية الإنتاجية

NUMBER OF STANDS	CAPACITY OF MOTORS KW	SPEED OF MOTORS R.P.M	DIMETER OF ROLLER Mm	SPEED OF ROLLER R.P.M	SECTION OF ROLLING mm 2
1	1250 KW AC	980 R.P.M	550 mm	100 R.P.M	ROUGHER (120*120)mm
2	750 KW DC	700 R.P.M	400 mm	20 R.P.M	oval (80*40)mm
3	750 KW DC	700 R.P.M	400 mm	26 R.P.M	Square (40*40)mm
4	550 KW DC	700 R.P.M	400 mm	41 R.P.M	oval (55*28)mm
5	550 KW DC	700 R.P.M	400 mm	46 R.P.M	Square (30*30)mm
6	550 KW DC	700 R.P.M	400 mm	78 R.P.M	oval (40*20)mm
7	550 KW DC	700 R.P.M	400 mm	86 R.P.M	Square (22*22)mm
8	550 KW DC	700 R.P.M	360 mm	154 R.P.M	oval (30*15)mm
9	550 KW DC	700 R.P.M	360 mm	160 R.P.M	Square (17*17)mm
10	550 KW DC	700 R.P.M	360 mm	180 R.P.M	D. bones (2*12)mm+4*8mm

11	550 KW DC	700 R.P.M	360 mm	192 R.P.M	SLIT+ Square2*(11*11)mm
12	550 KW DC	700 R.P.M	340 mm	270 R.P.M	oval 2*(17*8)
13	550 KW DC	700 R.P.M	340 mm	313 R.P.M	Circular 2*(10)mm
14	550 KW DC	700 R.P.M	340 mm	376 R.P.M	oval 2*(14*7)mm
15	550 KW DC	700 R.P.M	340 mm	489 R.P.M	Circular 2*(8)mm

تم تمثيل المنصات كوحدات مجمعة Aggregate وعددها (14) مجموعة، تبدأ من المنصة الثانية باعتبار أن المنصة الأولى تقوم بتصغير مساحة مقطع الحديد وتهيئته للدرفلة خلال ثلاث مراحل ومن ثم يدخل الحديد للمنصة الثانية (أي يتم مرور الحديد فيها ثلاث مرات، ذهاباً وإياباً قبل الدخول في المنصة الثانية).

2. اختيار معامل عشوائي X لتنظيم سرعة مجموعة محركات الدرفلة

بينت القياسات المختلفة لعملية تنظيم السرعات بين مراحل الدرفلة إلى ضرورة اختيار معامل عشوائي X_i لتوحيد التدفق الحجمي للمعدن بين مختلف مراحل الدرفلة المتتالية، ويتم التعبير عن الانزلاق الأمامي للمعدن بين اسطوانتي درفيلين متتاليين بنسبة مئوية وفق العلاقة:

$$f_i = \frac{v_i - v}{v} \bullet 100\ \% \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.1)$$

حيث :

v: السرعة المحيطية للدرفيل.

v_i: سرعة الطرف الأمامي لشريحة المعدن.

وفي الغالبية العظمى من الحالات يتراوح مقدار الانزلاق الأمامي (f) بين (3-6%) من السرعة المحيطية للدرفيل وأنه من الممكن أن يختلف عن ذلك [24].

وبالتالي يمكن حساب معامل تنظيم السرعات لجميع المنصات (14 Stand)، من العلاقات التالية:

إن التدفق الحجمي للحديد في كل منصة يعطى بالعلاقة :

$$T = Vi \times S \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (4.2)$$

باعتبار:

v_i: سرعة الطرف الأمامي لشريحة المعدن.

S: مساحة مقطع الطرف الأمامي لشريحة المعدن.

فيكون:

$$Vi = f \times \frac{v}{100} + v = \left(\frac{f}{100} + 1\right) v \qquad \dots\dots\dots\dots\dots\dots (4.3)$$

$$v = \pi \times D \times \frac{Vrpm}{60} \qquad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4.4)$$

$$T = \left(\frac{f}{100} + 1\right) v \times S = \left(\frac{f}{100} + 1\right) \times \pi \times D \times \frac{Vrpm}{60} \times s \qquad \dots (4.5)$$

$$T = \left(\frac{f}{100} + 1\right) \times \pi \times D \times \frac{Vrpm}{60} \times s = \frac{Vrpm \times s}{Xi \times 100} \qquad \dots\dots\dots (4.6)$$

أي يعطى معامل تنظيم السرعة بالعلاقة:

$$X = \frac{60}{(f+100)\times\pi\times D} \qquad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4.7)$$

حيث أن:

D: قطر الدرفيل المستخدم.

إذا كان طول أقطار الدرافيل المستخدمة في خط الإنتاج: {0.4m, 0.36m , 0.34 m}، ومعامل الانزلاق الأمامي (f) يتراوح بين القيم (3-6%)، فيكون أصغر قيمة للمعامل العشوائي Xi عندما تأخذ قيمتا

f & D أكبر قيم مسموح بها ضمن المجالين أي: $f = 6\%$ & D= 0.4(m) فتكون قيمة Xi:

$$Xi = \frac{60}{(100+6).\ \pi.\ 0.4} = \frac{60}{106.\pi.0.4} = 0.45066 \approx 0.45 \ \ (s/m)$$

وتكون أكبر قيمة لـ Xi عندما تكون f =3% & D= 0.34(m) فتكون قيمة Xi:

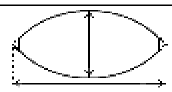
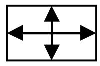
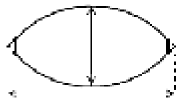
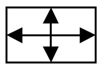
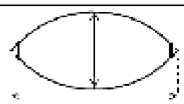
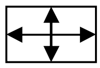
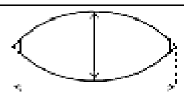
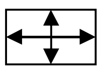
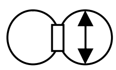
$$Xi = \frac{60}{(100+3).\pi.0.34} = \frac{60}{103.\pi.\ 0.34} = 0.54563 \approx 0.6 \ (s/m)$$

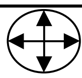
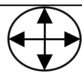
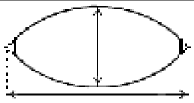
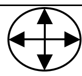
لذلك يتم اختيار المعامل Xi بحيث يكون في المجال: $X_i \in [0.45,\dots,0.6]$

استخدمت لحساب المسافة بين العينات في خوارزمية A-BEES العلاقة الإقليدية (Euclidian distance) السابقة الذكر العلاقة (4.8):

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.8)$$

الجدول (2) أبعاد وشكل ومساحة مقطع الحديد في مختلف المنصات

رقم المنصة	شكل المقطع	الأبعاد (mm)	الشكل	مساحة مقطع الحديد (mm^2)
2	Oval	80×40		2133.33
3	Square	40×40		1600
4	oval	55×28		1026.67
5	Square	30×30		900
6	oval	40×20		533.33
7	Square	22×22		484
8	oval	30×15		300
9	Square	17×17		289
10	D. Bones	R12-L8-R12		265.35

11	Slit- Square	2(11×11)		242
12	oval	2(17×8)		181.33
13	Circular	2(10mm)		157.07
14	oval	2(14×7)		130.67
15	Circular	2(8mm)		100.53

3. عملية الحصول على الحل الأمثل

لقد تم الحصول على الحل الأمثل باستخدام خوارزمية النحل وتطبيق تابعي هدف مختلفين.

4. تطبيق خوارزمية النحل لتنظيم العملية الإنتاجية

كما ذكرت في الفصل الأول تم وضع عدد من خوارزميات النحل وذلك بأساليب منهجية ودراسات خوارزمية مختلفة. فقمت باختيار الخوارزميات التالية:

- خوارزمية النحل العشوائية R-BEES.
- خوارزمية النحل التكيفية A-BEES.
- خوارزمية النحل B-A.

لتطبيق الدراسة وبرمجة هذه الخوارزميات تمت دراسة واقع التنفيذ على عملية درفلة الحديد فحصلت على نتائج متباينة من تطبيق الخوارزميات المختلفة على صناعة الحديد.

سأوضح هذه النتائج بالتسلسل ضمن الخطوات اللاحقة.

1.4. النتائج الحسابية لخوارزمية النحل باستخدام تابع الهدف الأول

لقد استخدمت ثلاث خوارزميات مختلفة من خوارزميات النحل في عملية الحصول على الحل الأمثل – سبق ذكر ذلك- واستخدمت أسلوبين للنمذجة، النمذجة الحتمية والنمذجة الاحتمالية، وسأوضح فيما يلي النتائج الحسابية لكل منهما.

تابع الهدف الأول

يتم إيجاد الحل الأمثل باتباع الخطوات التالية:

- تحديد تابع الهدف: اعتمدت المعادلة (4.10) لإيجاد أصغر فرق بين المنصات في عملية التدفق الحجمي:

$$Z(i) = \frac{V}{X(i)*100} * S(i) ....(4.9)$$

$$error = \sum_{i=2}^{i=15} (z\max - z(i)) ....(4.10)$$

حيث maxz: أعظم قيمة للتدفق الحجمي للمعدن.

- تحديد شروط القيد $X_i \in [0.45,...,0.6]$.

1.1.4. النتائج الحسابية الحتمية-الإحصائية باستخدام تابع الهدف الأول

1.1.1.4. وجهة النظر الأولى

لقد طبقت طريقتين من وجهة النظر الأولى من خوارزمية النحل وكانت النتائج التالية:

1.1.1.4. 1. الطريقة الأولى: طريقة إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الحتمي بتطبيق خوارزمية R- BEES

لقد طبقت الخوارزمية المذكورة عند البارامترات التالية:

P=0.3: احتمال النحلة الباحثة.

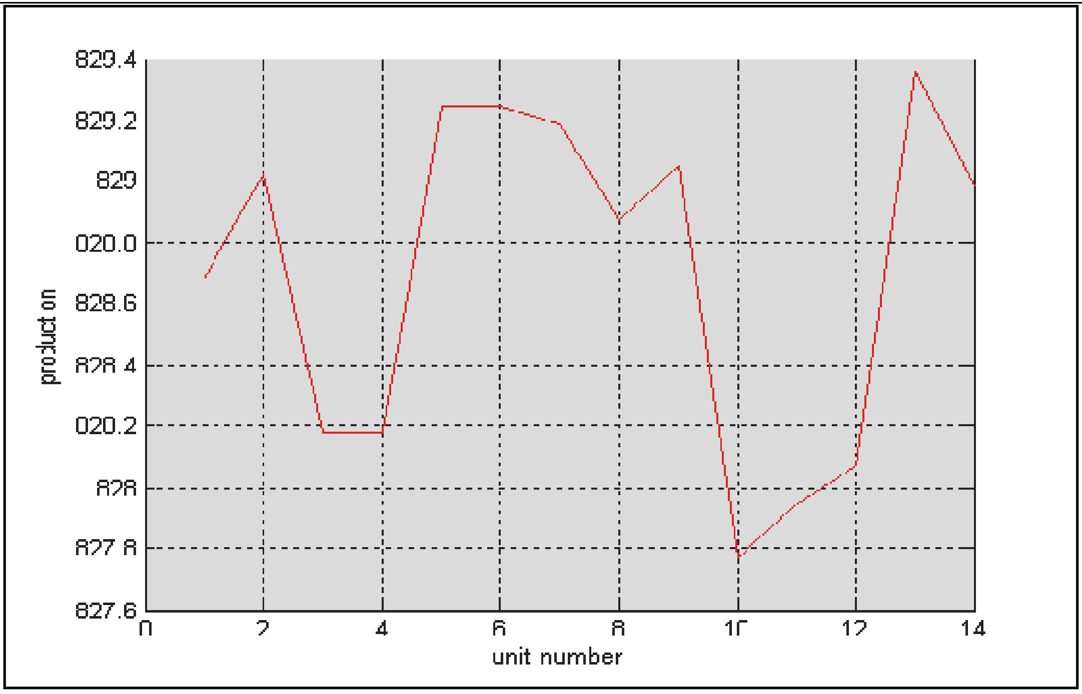
h=20: عدد النحلات الكلي (الباحثة +العاملة) المستخدمة في التكرار الواحد.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي للحديد= 828.7009×10^3 mm^3/**s**

وبذلك تم الحصول على معامل التنظيم X الموضح في الجدول(3)، ويتم حساب سرعة الدرافيل الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع منصات درفلة الحديد، بعد معرفة أنصاف أقطار الدرافيل في تلك اللحظة، إن تغير قيمة أنصاف الأقطار غير محدد لذلك يتم حساب السرعة بغض النظر عن العوامل التي تتعرض لها الدرافيل من اهتراء، أو حساب سرعة كل درفيل للمرور الأول للحديد- أي تكون قيم أنصاف أقطار الدرافيل هي القيم الاسمية البدائية- حيث يتم حساب السرعة الجديدة لكل درفيل باستخدام العلاقة التالية[28]:

$$V_{new} = (60*T)/(\pi\ SD) \ ....(4.11)$$



الشكل (4-1) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية R- BEES باستخدام تابع الهدف الأول

الجدول (3) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية R- BEES باستخدام تابع الهدف الأول

N	S (mm^2)	V	R-BEES	T (mm^3/s)	V new
1	2133.33	20 R.P.M	0.5149	828.638×10^3	18.547 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.5018	829.015×10^3	24.729 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.5083	828.122×10^3	38.539 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4999	828.165×10^3	43.963 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.5017	829.175×10^3	74.189 R.P.M
6	484	86 R.P.M	0.5020	829.163×10^3	81.751 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5572	829.145×10^3	146.546 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5579	828.822×10^3	152.124 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5566	829.015×10^3	171.499 R.P.M

10	242	192 R.P.M	0.5613	827.792×10^3	181.669 R.P.M
11	181.33	270 R.P.M	0.5913	827.990×10^3	256.714 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5937	828.023×10^3	296.383 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5924	829.370×10^3	356.241 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5929	829.048×10^3	463.092 R.P.M

2.1.1.1.4. الطريقة الثانية: طريقة إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الحتمي بتطبيق خوارزمية A-BEES

لقد طبقت الخوارزمية A-BEES عند البارامترات التالية:

Kg=80:عدد النحلات الباحثة.

K_L=80:عدد النحلات العاملة.

δ =2: عتبة التحسين.

d=0.25: عتبة المسافة الاقليدية بين المواقع.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: لم تعط الخوارزمية أي حل حيث استمرت عملية البحث أكثر من أربع ساعات ولم تعط أي نتيجة.

التفسير: عدم تلاؤم تابع الهدف المستخدم مع خوارزمية البحث هذه ضمن الدقة المطلوبة.

2.1.1.4. وجهة النظر الثانية

1.2.1.1.4. الطريقة الثالثة: طريقة إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الحتمي بتطبيق خوارزمية النحل B-A

لقد طبقت الخوارزمية السابقة الذكر باستخدام البارامترات التالية:

n=6: عدد النحلات الباحثة.

m=5: عدد المواقع المختارة.

e=2: عدد المواقع الممتازة (المنتخبة كأفضل مواقع).

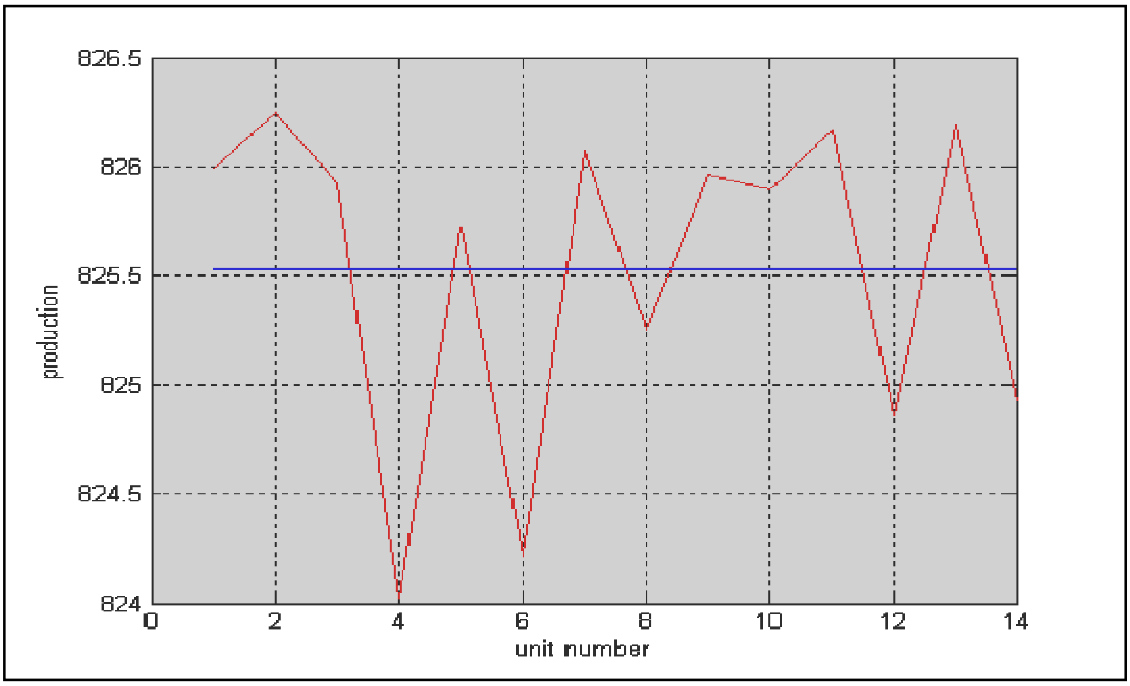
n_1=2: عدد النحلات المختارة للمواقع m-e.

n_2=4: عدد النحلات المختارة للمواقع e الممتازة.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= 825.5326×10^3 mm^3/s

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(4)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع المنصات للمرور الأول للحديد، كما في الخوارزمية R-BEES، حيث يتم في نهاية خط الدرفلة الحصول على سرعة تدفق حجمي للمعدن تبلغ (825.5326×10^3 mm^3/s) على فرض أن أنصاف أقطار الدرافيل لم تتغير نتيجة عملية الاحتكاك.



الشكل (4-2) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية النحل B-A باستخدام تابع الهدف الأول

الجدول (4) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية النحل B-A باستخدام تابع الهدف الأول

N	S (mm^2)	V(R.P.M)	Bees	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.5165	826.0716×10^3	18.4857 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.5035	826.2164×10^3	24.6476 R.P.M

3	1026.67	41 R.P.M	0.5097	825.8479×10^{3}	38.4118 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.5024	824.0445×10^{3}	43.8180 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.5038	825.7193×10^{3}	73.9434 R.P.M
6	484	86 R.P.M	0.5050	824.2376×10^{3}	81.4798 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5593	826.0325×10^{3}	146.0602 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5603	825.2721×10^{3}	151.6196 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5587	825.8994×10^{3}	170.9306 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5626	825.8798×10^{3}	181.0664 R.P.M
11	181.33	270 R.P.M	0.5926	826.1744×10^{3}	255.8628 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5960	824.8285×10^{3}	295.4005 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5947	826.1631×10^{3}	355.0594 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5959	824.874×10^{3}	461.5560 R.P.M

إن تطبيق خوارزميات النحل بالأسلوب الحتمي باستخدام تابع الهدف الأول أعطى النتائج الموضحة في الجدول(5).

الجدول(5) النتائج التي تم التوصل إليها بالأسلوب الحتمي باستخدام تابع الهدف الأول

Algorithm	R-BEES	A-BEES	B-A
parameters	P=0.3 h=20 ngh=0.001	Kg=80 K_L=80 δ =2 d=0.25 ngh=0.001	n=6 m=5 e=2 n1=2 n2=4 ngh=0.001
Flow (mm^3/**s**)	828.7009×10^{3}	……………	825.5326×10^{3}
Arithmetic Mean of time	47.16363	……………..	58.58538

2.1.4. النتائج الحسابية الاحتمالية-الإحصائية باستخدام تابع الهدف الأول

كما لاحظنا سابقاً أنه في التطبيق العملي لا يمكن تحديد إلا بضعة متحولات بدقة، وبالتالي يتم استخدام النمذجة الاحتمالية- الإحصائية (Stochastic)، عند احتكاك الدرافيل بالمعدن المدرفل يؤدي ذلك الاحتكاك إلى نقصان في قطر الدرفيل مما يزيد فجوة الدرفيل وهذا النقصان في القطر يكون غير منتظم في جميع المنصات، فعلى فرض أنه يتم نقصان في قطر الدرفيل فيؤدي لزيادة مساحة فجوة الدرفيل وبالتالي مقطع المعدن بمقدار أصغر من ($0.0001mm^2$) فتكون نتائج تطبيق الخوارزميات:

1.2.1.4. وجهة النظر الأولى

1.1.2.1.4. عملية إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الاحتمالي-الإحصائي بتطبيق خوارزمية R- BEESE

بتطبيق خوارزمية R-BEESE عند نفس قيم البارامترات المختارة سابقاً:

M=3 عدد مرات تكرار الخوارزمية.

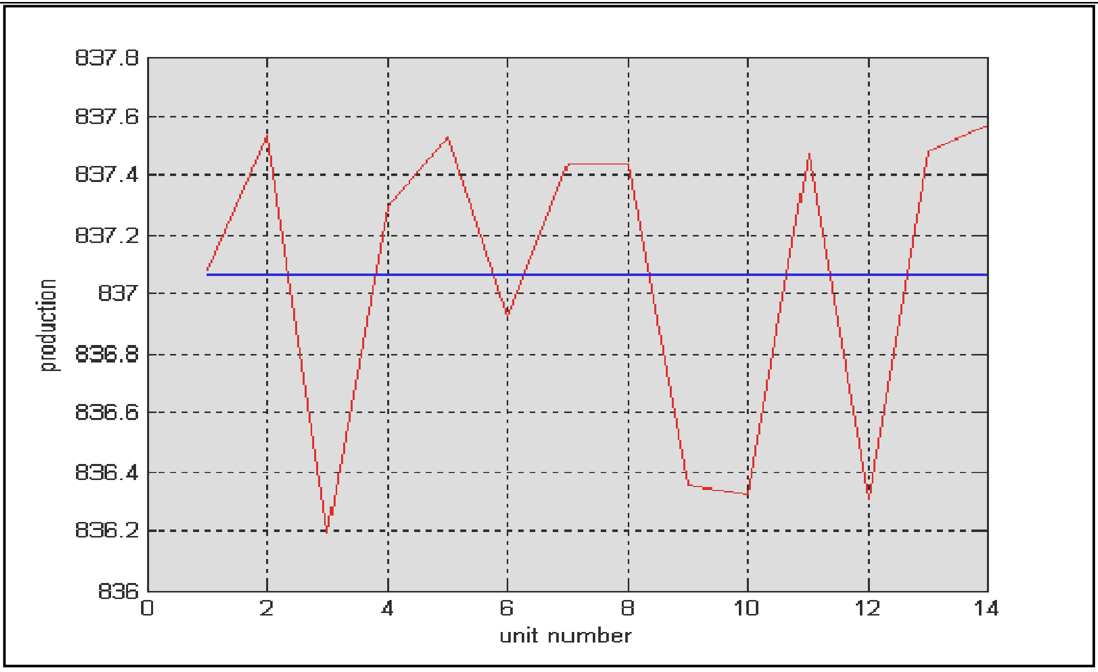
P=0.3:احتمال النحلة الباحثة.

h=20:عدد النحلات الكلي (الباحثة +العاملة) المستخدمة في التكرار الواحد.

Ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= $837.0679\times10^3\ mm^3/s$

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(6)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها سرعة جميع المنصات والموضحة في نفس الجدول.



الشكل (4-3) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية R- BEESE باستخدام تابع الهدف الأول

الجدول (6) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية R- BEESE باستخدام تابع الهدف الأول

N	S (mm^2)	V(R.P.M)	R-BEESE	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.5097	837.0924×10^3	18.7345 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.4967	837.5276×10^3	24.9794 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.5034	836.1833×10^3	38.9288 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4944	837.3786×10^3	44.4078 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.4967	837.5224×10^3	74.9386 R.P.M
6	484	86 R.P.M	0.4973	836.9997×10^3	82.5765 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5517	837.4116×10^3	148.0261 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5522	837.3777×10^3	153.6603 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5517	836.3784×10^3	173.2312 R.P.M
	242	192 R.P.M	0.5556	836.2850×10^3	183.5034 R.P.M

10					
11	181.33	270 R.P.M	0.5846	837.4803×10^{3}	259.3065 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5878	836.3351×10^{3}	299.3763 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5867	837.4283×10^{3}	359.8381 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5869	837.5239×10^{3}	467.7681 R.P.M

2.1.2.1.4.عملية إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الاحتمالي-الإحصائي بتطبيق خوارزمية A-BEESE

لقد طبقت الخوارزمية A-BEESE عند قيم البارامترات التالية:

M=3: عدد مرات تكرار الخوارزمية.

KL=80: عدد النحلات العاملة.

Kg=79: عدد النحلات الباحثة.

δ =2: عتبة التحسين.

d=0.25: عتبة المسافة الاقليدية بين المواقع.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

g =10: عدد المرات الأعظمي المسموح به إجراء البحث الشامل بشكل متتالٍ.

النتيجة: لم تعط الخوارزمية A-BEESE أي حل حيث استمرت عملية البحث أكثر من أربع ساعات ولم تعط أي نتيجة.

2.2.1.4. وجهة النظر الثانية

1.2.2.1.4. عملية إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الاحتمالي-الإحصائي بتطبيق خوارزمية B-AE

لقد تم تطبيق خوارزمية النحل B-A عند البارامترات التالية:

M=3 :عدد مرات تكرار الخوارزمية.

n=6: عدد النحلات الباحثة.

m=5: عدد المواقع المختارة.

e=2: عدد المواقع الممتازة (المنتخبة كأفضل مواقع).

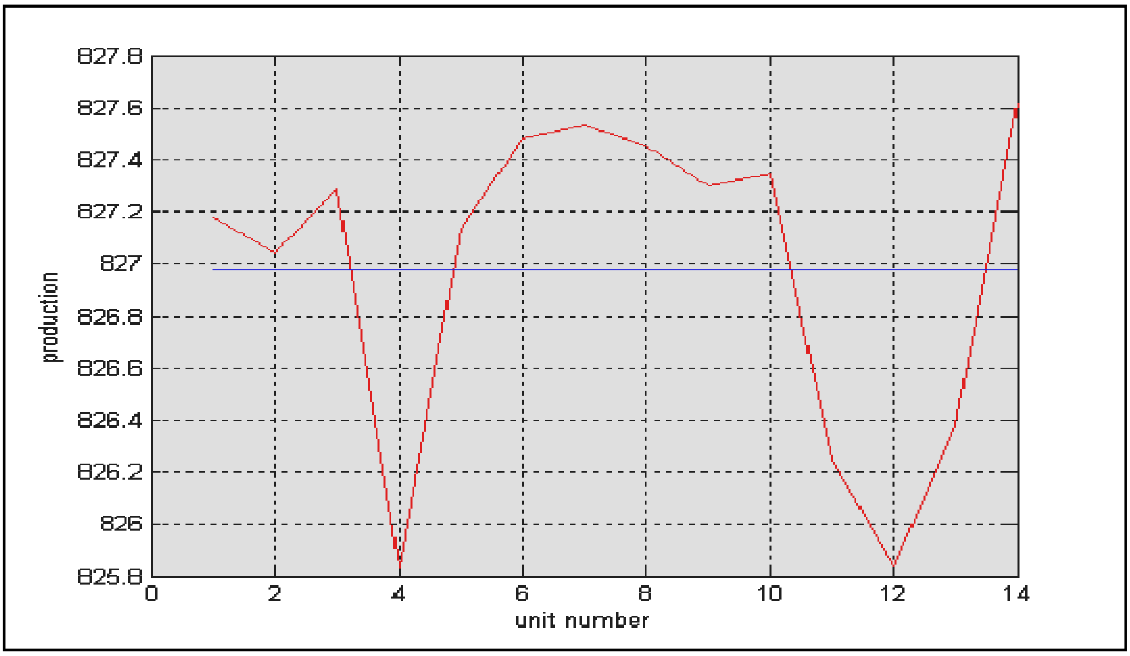
n_1=2: عدد النحلات المختارة للمواقع m-e.

n_2=4: عدد النحلات المختارة للمواقع e الممتازة.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي = $826.9771\times10^3 \; mm^3/s$

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(7)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها سرعة جميع المنصات والموضحة في نفس الجدول.



الشكل (4-4) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية B-AE باستخدام تابع الهدف الأول

الجدول (7) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية B-AE باستخدام تابع الهدف الأول

N	S (mm^2)	V(R.P.M)	BeesE	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.5158	827.1927×10^3	18.5087 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.5030	827.0377×10^3	24.6782 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.5088	827.3087×10^3	38.4595 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.5013	825.8527×10^3	43.8724 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.5029	827.1970×10^3	74.0353 R.P.M

6	484	86 R.P.M	0.5030	827.5149×10^3	81.5810 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5583	827.5120×10^3	146.2416 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5588	827.4874×10^3	151.8079 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5578	827.2319×10^3	171.1429 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5616	827.3504×10^3	181.2913 R.P.M
11	181.33	270 R.P.M	0.5925	826.3139×10^3	256.1806 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5953	825.7984×10^3	295.7674 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5945	826.4410×10^3	355.5003 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5939	827.6524×10^3	462.1292 R.P.M

فيما يلي النتائج التي تم التوصل لها بتطبيق خوارزميات النحل بالأسلوب الاحتمالي - الإحصائي باستخدام تابع الهدف الأول الجدول(8):

الجدول(8) النتائج التي تم التوصل إليها بالأسلوب الاحتمالي - الإحصائي باستخدام تابع الهدف الأول

Algorithm	**R-BEESE**	**A-BEESE**	**B-AE**
parameters	M=3 P=0.3 h=20 ngh=0.001	M=3 Kg=80 KL=79 δ =2 d=0.25 g=10 ngh=0.001	M=3 n=6 m=5 e=2 n1=2 n2=4 ngh=0.001
Flow (mm^3/s)	837.0679×10^3	…………….	826.9771×10^3
Arithmetic Mean of time	68.10429	…………..	200.8793

2.4. النتائج الحسابية لخوارزمية النحل بتطبيق تابع الهدف الثاني

تابع الهدف الثاني

عند تطبيق تابع الهدف السابق لاحظت أن زمن الحصول على الحل الأمثل كبير، والخوارزميات المدروسة لم تصل للسرعة المطلوبة التي تتناسب مع سرعة العملية الإنتاجية لذلك يتم تغيير تابع الهدف السابق واستخدام تابع هدف جديد لحساب الفروق بين قيم التدفق كما يلي:

- تحديد تابع الهدف: نعتمد المعادلة (4.13) لإيجاد أصغر فرق بين المنصات في عملية التدفق الحجمي باتباع علاقة حساب الفروقات التالية:

$$z(i) = \frac{V}{X(i) * 100} * S(i) ....(4.12)$$

$$error = \sum_{i=2}^{i=15} (average(z) - z(i)) ....(4.13)$$

حيث average(z): متوسط التدفق الحجمي لجميع المنصات (14 منصة).

- تحديد شروط القيد $X_i \in [0.45,...,0.6]$.

تم استخدام تابع الهدف الثاني الذي سبق ذكره في عملية التنظيم فكانت النتائج:

1.2.4. النتائج الحسابية الحتمية باستخدام تابع الهدف الثاني

1.1.2.4. وجهة النظر الأولى

1.1.1.2.4. النتائج الحسابية لخوارزمية النحل بتطبيق خوارزمية R-BEES الحتمية

عند تطبيق خوارزمية R-BEES ولكن بتطبيق تابع الهدف المقترح الثاني عند نفس البارامترات المختارة سابقاً:

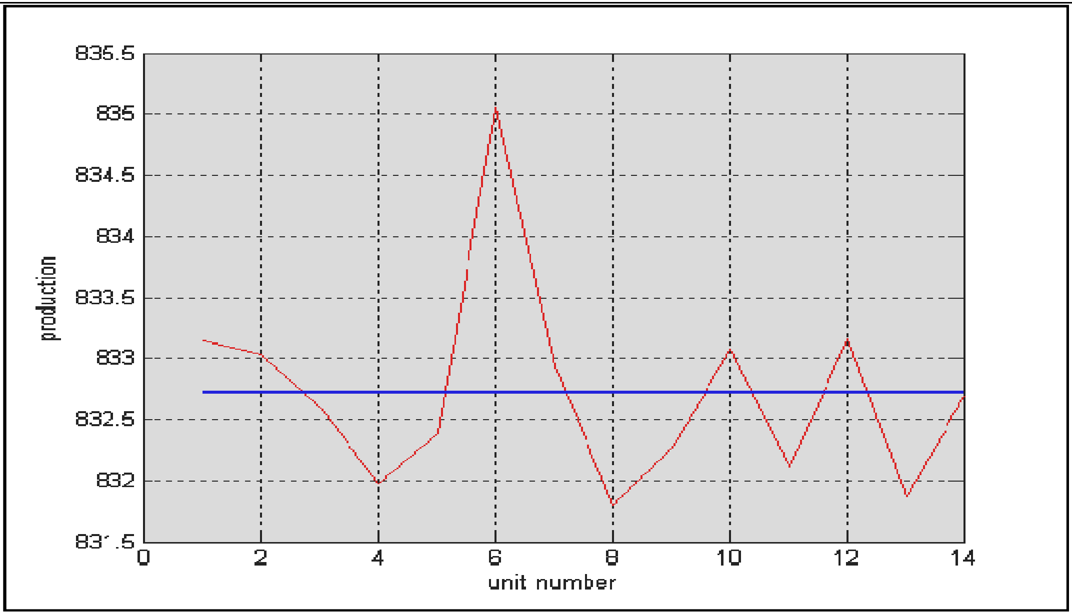
P=0.3:احتمال النحلة الباحثة.

h=20:عدد النحلات الكلي (الباحثة +العاملة) المستخدمة في التكرار الواحد.

Ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= 832.7190×10^3 mm^3/s

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(9)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع المنصات عند نفس الشروط.



الشكل (4-5) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية R-BEES باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (9) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية R-BEES باستخدام تابع الهدف الثاني

N	S(mm^2)	V(R.P.M)	R-BEES	T (mm^3/s)	New(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.5121	833.1693×10^3	18.6372 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.4994	832.9995×10^3	24.8496 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.5056	832.5448×10^3	38.7265 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4976	831.9935×10^3	44.1771 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.4998	832.3277×10^3	74.5493 R.P.M
6	484	86 R.P.M	0.4985	834.9849×10^3	82.1475 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5547	832.8826×10^3	147.2570 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5559	831.8042×10^3	152.8619 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5544	832.3051×10^3	172.3312 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5577	833.1360×10^3	182.5500 R.P.M

11	181.33	270 R.P.M	0.5884	832.0717×10^3	257.9593 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5900	833.2166×10^3	297.8210 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5906	831.8984×10^3	357.9686 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5903	832.6999×10^3	465.3379 R.P.M

2.1.1.2.4. النتائج الحسابية لخوارزمية النحل بتطبيق خوارزمية A- BEES الحتمية

وكذلك عند تطبيق خوارزمية A-BEES عند نفس البارامترات المختارة سابقاً:

Kg=80:عدد النحلات الباحثة.

K_L=80:عدد النحلات العاملة.

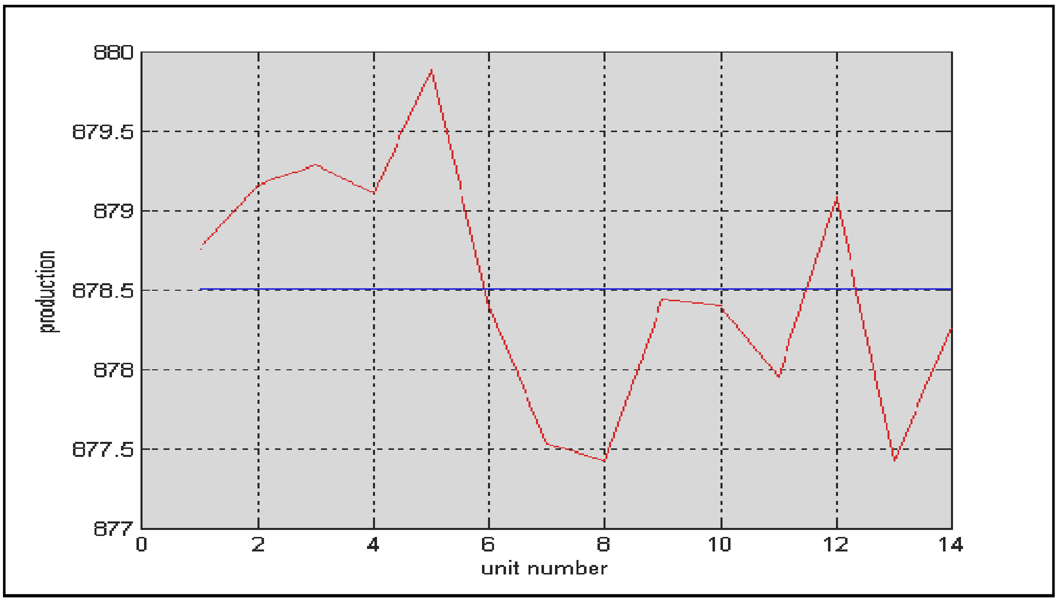
δ =2:عتبة التحسين.

d=0.25:عتبة المسافة الاقليدية بين المواقع.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= 878.5076×10^3 mm^3/s

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(10)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع المنصات عند نفس الشروط.



الشكل (4-6) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية A-BEES باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (10) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية A-BEES باستخدام تابع الهدف الثاني

N	S(mm^2)	V(R.P.M)	A-BEES	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.4855	878.8177×10^3	19.6620 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.4732	879.1208×10^3	26.2160 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.4787	879.3288×10^3	40.8560 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4709	879.1675×10^3	46.6062 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.4728	879.8591×10^3	78.6485 R.P.M
6	484	86 R.P.M	0.4739	878.3287×10^3	86.6645 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5265	877.4928×10^3	155.3542 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5270	877.4193×10^3	161.2673 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5253	878.4123×10^3	181.8071 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5290	878.3364×10^3	192.5879 R.P.M
11	181.33	270 R.P.M	0.5577	877.8752×10^3	272.1437 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5592	879.1090×10^3	314.1972 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5600	877.3557×10^3	377.6522 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5597	878.2254×10^3	492.4932 R.P.M

2.1.2.4. وجهة النظر الثانية

1.2.1.2.4. النتائج الحسابية لخوارزمية النحل الحتمية B-A

و عند تطبيق خوارزمية B-A أيضاً عند نفس قيم البارامترات المختارة سابقاً:

n=6: عدد النحلات الباحثة.

m=5: عدد المواقع المختارة.

e=2: عدد المواقع الممتازة (المنتخبة كأفضل مواقع).

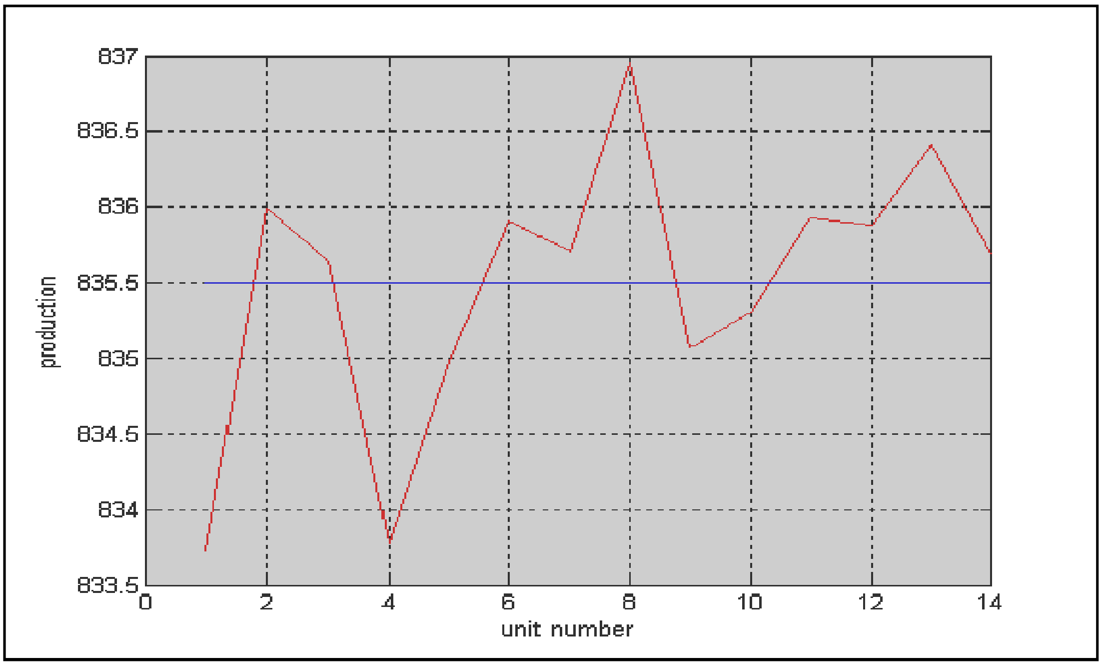
n_1=2: عدد النحلات المختارة للمواقع m-e.

n_2=4: عدد النحلات المختارة للمواقع e الممتازة.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= 835.5003×10^3 mm^3/s

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(11)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع المنصات عند نفس الشروط.



الشكل (4-7) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية B-A باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (11) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية B-A باستخدام تابع الهدف الثاني

N	S(mm^2)	V(R.P.M)	Bees	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.5118	833.6576×10^3	18.6994 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.4976	836.0128×10^3	24.9326 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.5037	835.6853×10^3	38.8559 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4965	833.8368×10^3	44.3246 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.4982	835.0008×10^3	74.7983 R.P.M

6	484	86 R.P.M	0.4980	835.8232×10^3	82.4219 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5528	835.7452×10^3	147.7488 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5525	836.9230×10^3	153.3725 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5526	835.0162×10^3	172.9068 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5562	835.3829×10^3	183.1597 R.P.M
11	181.33	270 R.P.M	0.5857	835.9074×10^3	258.8209
12	157.06	313 R.P.M	0.5881	835.9085×10^3	298.8157
13	130.67	376 R.P.M	0.5874	836.4303×10^3	359.1643
14	100.52	489 R.P.M	0.5882	835.6729×10^3	466.8921

بتطبيق خوارزميات النحل بالأسلوب الحتمي باستخدام تابع الهدف الثاني تم التوصل للنتائج التي يوضحها الجدول(12).

الجدول(12) النتائج التي تم التوصل إليها بالأسلوب الحتمي باستخدام تابع الهدف الثاني

Algorithm	**R-BEES**	**A-BEES**	**B-A**
parameters	P=0.3 h=20 ngh=0.001	Kg=80 K_L=80 δ =2 d=0.25 ngh=0.001	n=6 m=5 e=2 n1=2 n2=4 ngh=0.001
Flow (mm^3/**s)**	832.7190×10^3	878.5076×10^3	835.5003×10^3
Arithmetic Mean of time	0.2917085	0.2865403	0.7041586

2.2.4. النتائج الحسابية الاحتمالية-الإحصائية باستخدام تابع الهدف الثاني

1.2.2.4. وجهة النظر الأولى

1.1.2.2.4. عملية إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الاحتمالي-الإحصائي بتطبيق خوارزمية R- BEESE

و عند تطبيق خوارزمية **R- BEESE** عند البارامترات التالية:

M=3 عدد مرات تكرار الخوارزمية.

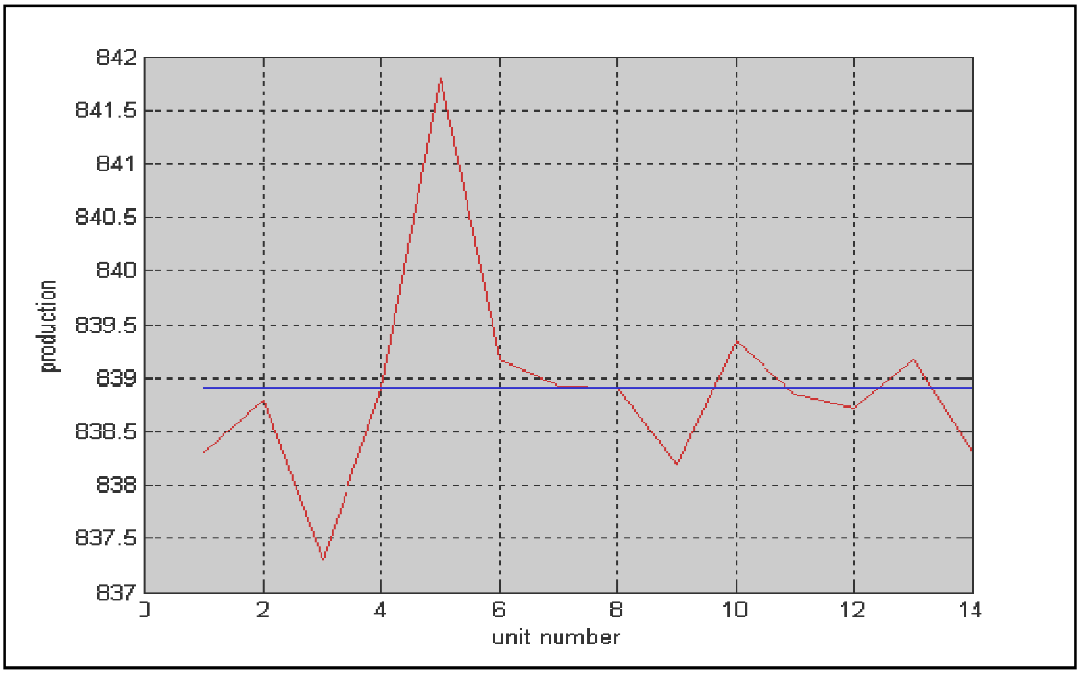
P=0.3:احتمال النحلة الباحثة.

h=20:عدد النحلات الكلي (الباحثة +العاملة) المستخدمة في التكرار الواحد.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= 838.9052×10^3 mm^3/s

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(13)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع المنصات.



الشكل (4-8) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية R-BEESE باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (13) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية R-BEESE باستخدام تابع الهدف الثاني

N	S(mm^2)	V(R.P.M)	R-BEESE	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.5090	838.2436×10^3	18.7757 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.4960	838.7096×10^3	25.0342 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.5027	837.3477×10^3	39.0142 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4935	838.9057×10^3	44.5053 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.4942	841.7592×10^3	75.1031 R.P.M
6	484	86 R.P.M	0.4960	839.1935×10^3	82.7577 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5507	838.9322×10^3	148.3510 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5512	838.8969×10^3	153.9975 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5505	838.2016×10^3	173.6114 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5536	839.3063×10^3	183.9062 R.P.M
11	181.33	270 R.P.M	0.5836	837.3886×10^3	259.8757 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5861	838.7609×10^3	300.0335 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5855	839.1446×10^3	360.6280 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5863	838.3810×10^3	468.7948 R.P.M

2.1.2.2.4. عملية إيجاد الحل الأمثل بالأسلوب الاحتمالي-الإحصائي بتطبيق خوارزمية A-BEESE

M=3 : عدد مرات تكرار الخوارزمية.

KL=80: عدد النحلات العاملة.

Kg=79: عدد النحلات الباحثة.

2= δ: عتبة التحسين.

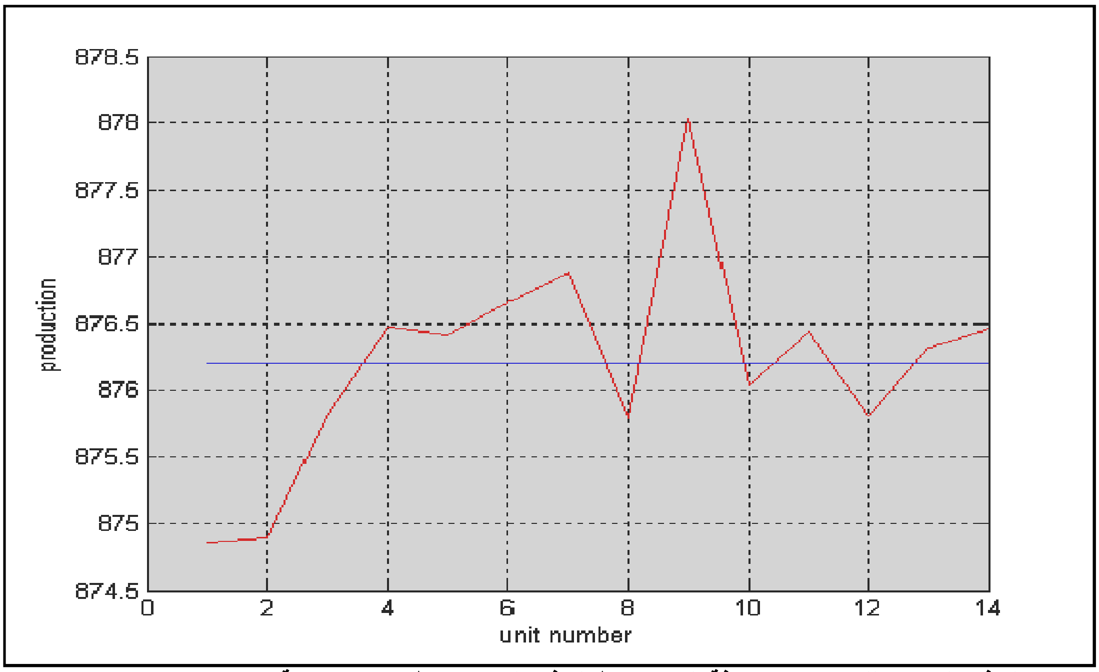
d=0.25: عتبة المسافة الاقليدية بين المواقع.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

g =10: عدد المرات الأعظمي المسموح به إجراء البحث الشامل بشكل متتالٍ.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= 876.2067×10^3 mm^3/s

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(14)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع المنصات.



الشكل (4-9) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية A-BEESE باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (14) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية A-BEESE باستخدام تابع الهدف الثاني

N	S(mm^2)	V(R.P.M)	A-BEESE	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.4877	874.8533×10^3	19.6105 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.4755	874.8685×10^3	26.1473 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.4806	875.8524×10^3	40.7490 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4723	876.5615×10^3	46.4842 R.P.M
	533.33	78 R.P.M	0.4747	876.3374×10^3	78.4425 R.P.M

5					
6	484	86 R.P.M	0.4748	876.6638×10^3	86.4375 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5269	876.8267×10^3	154.9473 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5280	875.7575×10^3	160.8450 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5255	878.0780×10^3	181.3310 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5304	876.0180×10^3	192.0835 R.P.M
11	181.33	270 R.P.M	0.5586	876.4607×10^3	271.4309 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5613	875.8200×10^3	313.3743 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5607	876.2603×10^3	376.6631 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5608	876.5028×10^3	489.6396 R.P.M

2.2.4. وجهة النظر الثانية

1.2.2.4. النتائج الحسابية لخوارزمية النحل الاحتمالية-الإحصائية B -AE

عند تطبيق طريقة النحل B-AE عند البارامترات التالية:

M=3: عدد مرات تكرار الخوارزمية.

n=6: عدد النحلات الباحثة.

m=5: عدد المواقع المختارة.

e=2: عدد المواقع الممتازة (المنتخبة كأفضل مواقع).

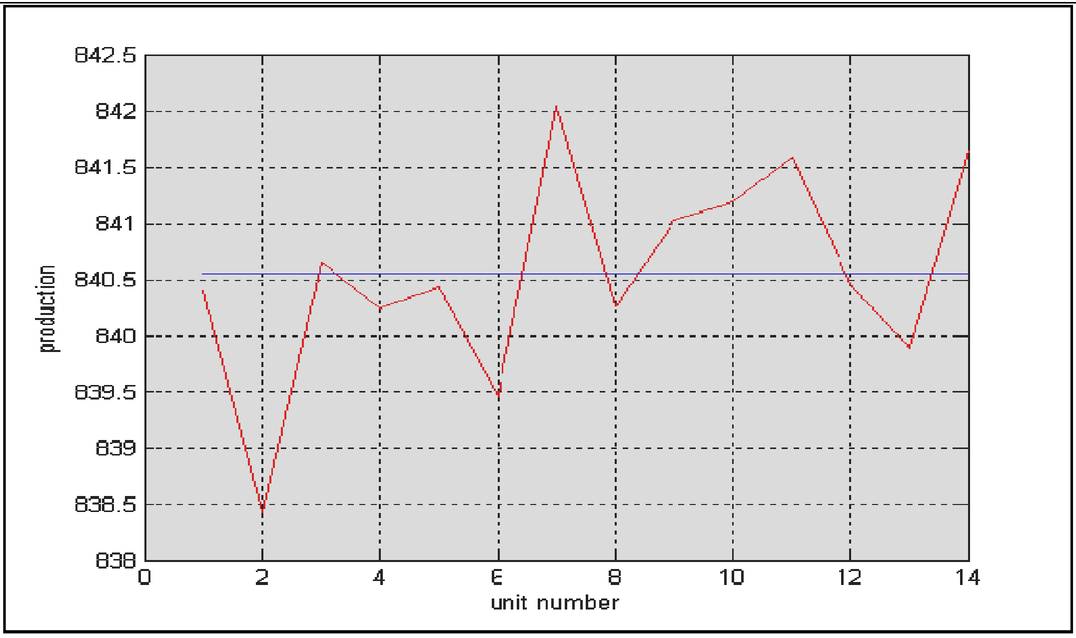
n_1=2: عدد النحلات المختارة للمواقع m-e.

n_2=4: عدد النحلات المختارة للمواقع e الممتازة.

ngh=0.001: حجم منطقة الجوار، التي تتضمن الموقع والمنطقة المجاورة له.

النتيجة: متوسط التدفق الحجمي= $840.5491\times10^3\ mm^3/s$

وتم الحصول على عامل التنظيم X الموضح في الجدول(15)، وحساب السرعة الجديدة التي يجب أن تُنظم عندها جميع المنصات.



الشكل (4-10) التدفق الحجمي للمنصات بالإضافة إلى متوسط التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية B-AE باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (15) السرعة الجديدة التي يجب أن يضبط عندها كل درفيل بتطبيق خوارزمية B-AE باستخدام تابع الهدف الثاني

N	S(mm^2)	V(R.P.M)	Bees	T (mm^3/s)	V new(R.P.M)
1	2133.33	20 R.P.M	0.5077	840.3899×10^3	18.8124 R.P.M
2	1600	26 R.P.M	0.4962	838.3716×10^3	25.0832 R.P.M
3	1026.67	41 R.P.M	0.5007	840.6924×10^3	39.0907 R.P.M
4	900	46 R.P.M	0.4927	840.2679×10^3	44.5925 R.P.M
5	533.33	78 R.P.M	0.4950	840.3987×10^3	75.2503 R.P.M
6	484	86 R.P.M	0.4958	839.5320×10^3	82.9199 R.P.M
7	300	154 R.P.M	0.5487	841.9901×10^3	148.6417 R.P.M
8	289	160 R.P.M	0.5503	840.2689×10^3	154.299 R.P.M
9	256.35	180 R.P.M	0.5487	840.9513×10^3	173.9516 R.P.M
10	242	192 R.P.M	0.5524	841.1296×10^3	184.2665 R.P.M

11	181.33	270 R.P.M	0.5817	841.6554×10^3	260.3849 R.P.M
12	157.06	313 R.P.M	0.5849	840.4817×10^3	300.6214 R.P.M
13	130.67	376 R.P.M	0.5850	839.8618×10^3	361.3346 R.P.M
14	100.52	489 R.P.M	0.5840	841.6828×10^3	469.7135 R.P.M

بتطبيق خوارزميات النحل بالأسلوب الاحتمالي- الإحصائي باستخدام تابع الهدف الثاني تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (16).

الجدول(16) النتائج التي تم التوصل إليها بالأسلوب الاحتمالي- الإحصائي باستخدام تابع الهدف الثاني

Algorithm	R-BEESE	A-BEESE	B-AE
parameters	M=3 P=0.3 h=20 ngh=0.001	M=3 Kg=80 KL=79 δ =2 d=0.25 g=10 ngh=0.001	M=3 n=6 m=5 e=2 n_1=2 n_2=4 ngh=0.001
Flow (mm^3/s)	838.9052×10^3	876.2067×10^3	840.5491×10^3
Arithmetic Mean of time	0.8190668	0.7894031	2.319552

5. المقارنة بين الخوارزميات الثلاث

من أجل إجراء عملية المقارنة بين الخوارزميات المدروسة قمت بتوحيد بعض البارامترات من أجل معرفة أي من هذه الخوارزميات الثلاث التي درستها في هذا البحث تعطي أفضل نتيجة عند تطبيقها على خط الإنتاج المدروس، فتم توحيد بارامترات خوارزميتي B-A & R-BEES في التكرار الواحد من عملية البحث، لأن في كل عملية تكرار ينفذ البحث المحلي والبحث الشامل، بينما في خوارزمية النحل A-BEES في التكرار الواحد إما ينفذ بحث شامل أو بحث محلي، فيمكن أن يتكرر البحث شاملاً أو محلياً عدداً من المرات المتتالية قبل انتقال عملية البحث للنوع الآخر.

الجدول (17) بارامترات خوارزمية النحل المستخدمة في البحث

الخوارزميات	B-A	A-BEES	R-BEES
عدد النحلات الكلية في التكرار الواحد لعملية البحث	n + e.n2+(m-e)n1=20	k_g=80 or k_L=80	h =20
عدد النحلات الكشافة	n=6	k_g =80	P*h=0.3×20=6
عدد النحلات العاملة	e.n2+(m-e)n1 2×4+(5-2)×2=14	k_L =80	h-p.h=20-6=14
حجم منطقة الجوار	ngh=0.001	ngh==0.001	ngh=0.001
الدقة	err=10	err=10	err=10

6. التحليل الإحصائي ومقارنة النتائج

تمت مقارنة النتائج بين الخوارزميات الثلاث لخوارزمية النحل من حيث الزمن الذي تستغرقه كل خوارزمية وسرعة التدفق الحجمي الذي يتم عنده تنظيم سرعة الدرافيل، باختيار التصميم العشوائي الكامل وتم تحليل النتائج على الحاسب الآلي باستخدام برنامج ANOVA.

وتمت مقارنة المتوسطات بحساب أقل فرق معنوي Least Significant Difference والذي يرمز له اختصاراً L.S.D عند المستوى (5%) وعند المستوى (1%).

اختبار المعنوية: هو عبارة عن اختبار يجرى لمحاولة التعرف على الفروق التي توجد بين العينات أو المعاملات ناتجة عن فروق حقيقة أو جوهرية أو معنوية أم غير ذلك ناتجة عن طريق المصادفة أو العشوائية.

أما مستوى المعنوية: فهو يعبر على درجة الاحتمال التي تقبل أو ترفض على أساسها النظرية الفرضية، وفي المعتاد يختار الباحث أو المجرب مستوى المعنوية الذي سوف يرفض أو يقبل على أساسه النظرية الفرضية ويتوقف هذا الاختبار على طبيعة البحث ومدى الخطأ أو المخاطرة الذي يقبله الباحث، وبشكل عام فان المتبع في التجارب والأبحاث هو استخدام مستوى للمعنوية إما (5%) أو (1%).

مستوى المعنوية 1% : الأساس الذي يبنى عليه هذا المستوى للمعنوية هو أن وقوع مشاهدة ما داخل مجال حول المتوسط الحسابي هو (99%) وأن احتمال وقوع مشاهدة خارج هذه الحدود (1%) وأن هذا يحدث بالمصادفة.

باستخدام هذا المستوى فإن درجة احتمال الوقوع في الخطأ في الاستنتاج هو (1%) أو أقل، واحتمال أن تكون النتائج صحيحة وصائبة هو (99%).

مستوى المعنوية 5%: وهو يشابه الأساس الذي يبنى عليه مستوى المعنوية **(1%)** ولا يختلف عنه إلا في المستوى للدلالة، فإننا في استخدام هذا المستوى نكون على درجة من الدقة (95) حالة من مائة ويكون ذلك نتيجة لفروق حقيقية وفق خمس حالات فقط نتيجة للفروق الخاصة بالمصادفة [51].

1.6. التحليل الإحصائي ومقارنة النتائج باستخدام تابع الهدف الأول

1.1.6. زمن تطبيق الخوارزميات للحصول على الحل الأمثل باستخدام تابع الهدف الأول

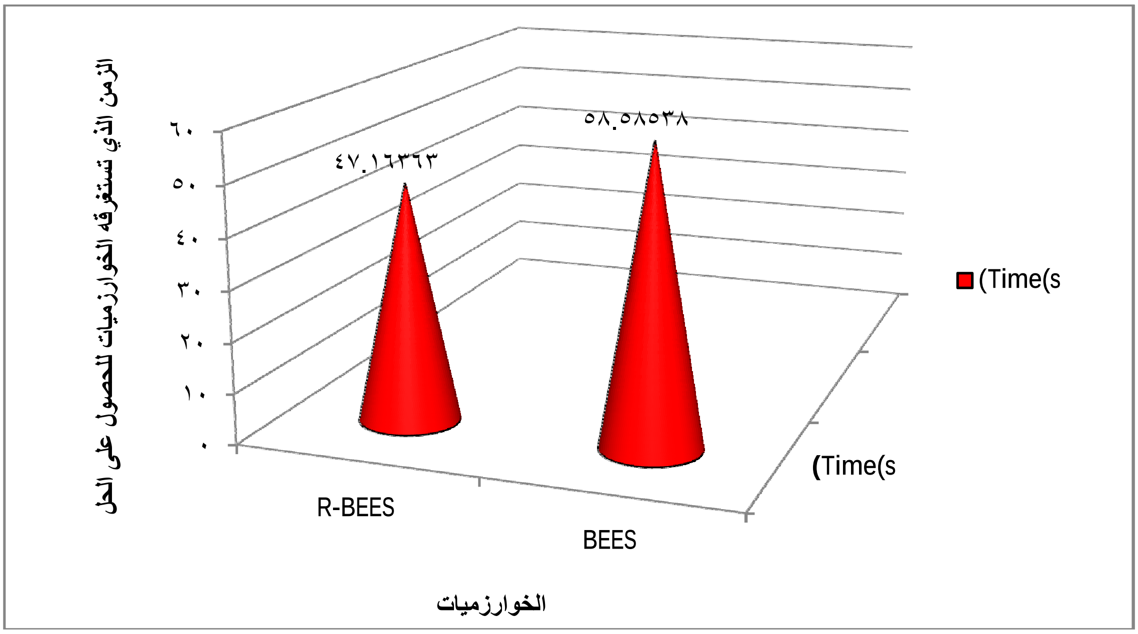
لقد قمت باستخدام أسلوب العينة للحصول على الزمن الحقيقي الذي تستغرقه الخوارزميات من أجل تحديد الزمن الذي تستغرقه كل خوارزمية من خوارزميات النحل السابقة، فتم تكرار كل خوارزمية (20) مرة وتسجيل الزمن والمقارنة بين الخوارزميات أيهما تعطي زمناً أفضل، فالخوارزمية التي تستغرق زمناً أقصر ويتم التنظيم عند أكبر سرعة تدفق حجمي هي الأفضل.

الجدول (18) أزمنة تنفيذ خوارزميات النحل الثلاث باستخدام تابع الهدف الأول

	Deterministic Optimization			**Stochastic Optimization**		
number of times	**R-BEES(s)**	**A-BEES(s)**	**B-A(s)**	**R-BEESE(s)**	**A-BEESE(s)**	**B-AE(s)**
1	47.152886	....	58.422342	67.712780	....	201.670313
2	46.761041	....	58.470706	67.450637	....	201.447502
3	46.747823	....	58.296948	67.084489	....	201.420736
4	46.825682	....	58.653119	67.649257	....	201.052173
5	47.031240	....	58.708038	67.507659	....	200.690163
6	47.006692	....	58.454698	67.546852	....	201.030961
7	47.382678	....	58.944041	68.104291	....	200.819449
8	47.047659	....	59.097581	68.613175	....	200.569844
9	46.771485	....	58.511133	68.191787	....	201.343100
10	47.140325	....	58.243405	68.502254	....	200.742658
11	47.376305	....	58.246613	68.500913	....	200.898265
12	46.972213	....	58.156815	68.425973	....	201.068706
13	47.038738	....	58.686266	68.282516	....	200.587108

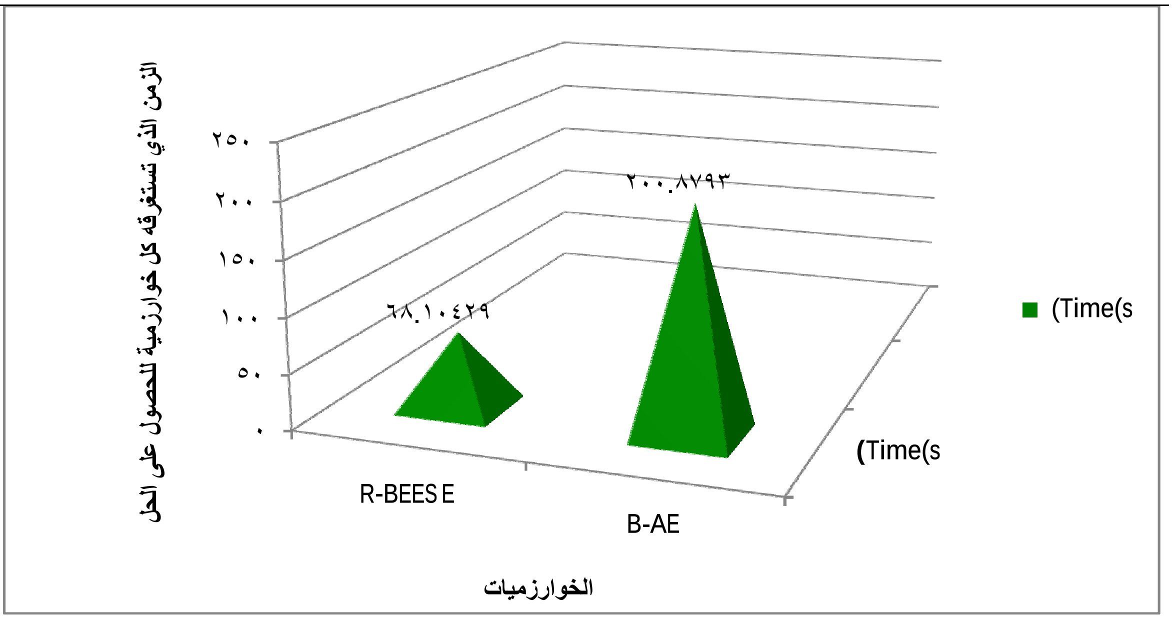
14	46.969335	....	58.557031	68.384781	....	201.526503
15	46.879084	....	59.271551	67.617195	....	200.947566
16	47.670817	....	58.220196	68.472863	....	200.592660
17	47.514584	....	58.869107	68.340598	....	200.839880
18	47.748678	....	58.407560	68.519319	....	200.876924
19	47.575459	....	58.924318	68.453439	....	201.315479
20	47.659762	....	58.566219	68.724983	....	198.145982
Arithmetic Mean	47.16363	....	58.58538	68.10429	....	200.8793
LSD 5%	0.208			0.398		
LSD 1%	0.282			0.538		

تبين بالتحليل الإحصائي أن خوارزمية R-BEES تفوقت على خوارزمية B-A وبفروق معنوية عالية عند المستوى (5%) والمستوى (1%) الشكل (4-11).



الشكل (4-11) زمن خوارزميتا R-BEES & B-A بتطبيق تابع الهدف الأول

كما تفوقت خوارزمية R-BEESE على خوارزمية B-AE وبفروق معنوية عالية عند المستوى (5%) والمستوى (1%) الشكل (4-12).



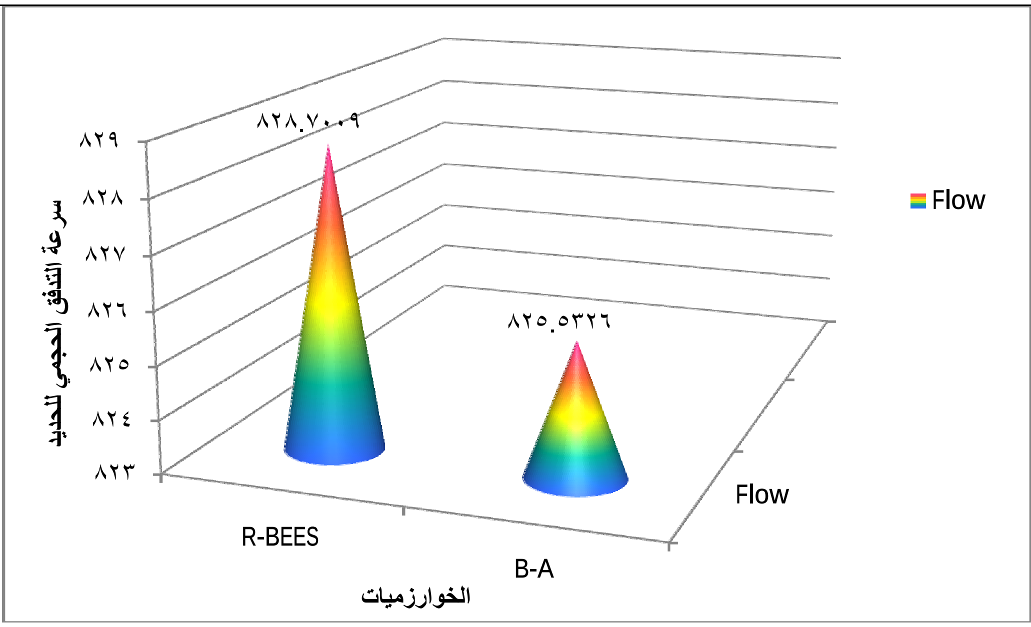
الشكل (4-12) زمن خوارزميتا R-BEESE & B-AE بتطبيق تابع الهدف الأول

2.1.6. سرعة التدفق الحجمي للمعدن باستخدام تابع الهدف الأول

الجدول (19) سرعة التدفق الحجمي للمعدن باستخدام تابع الهدف الأول

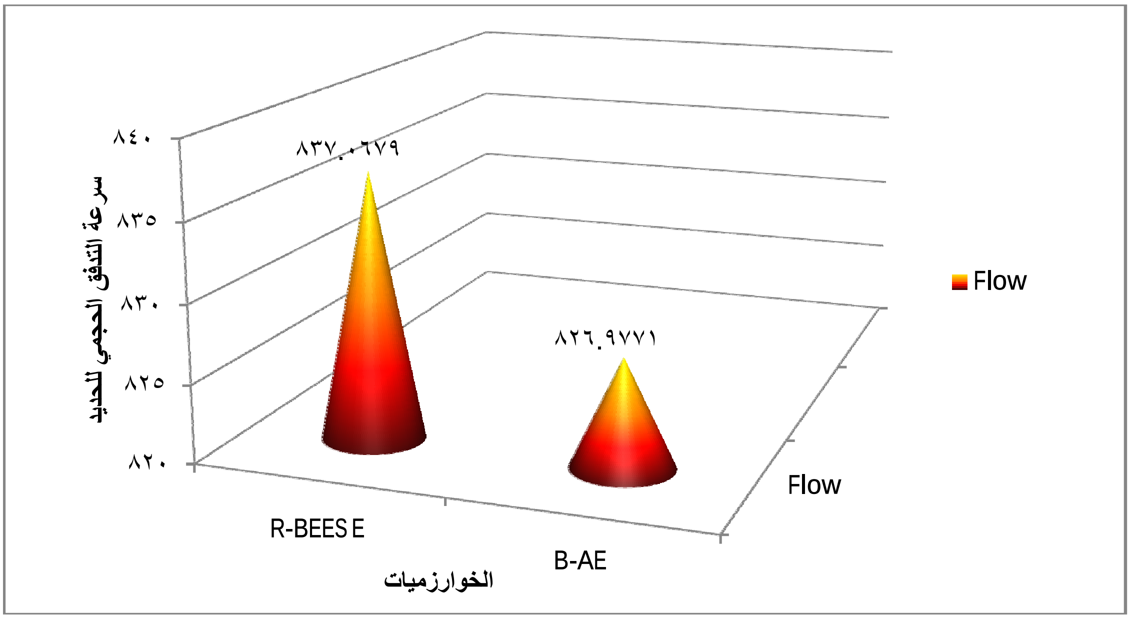
	Deterministic Optimization			**Stochastic Optimization**		
Algorithm	**R-BEES**	**A-BEES**	**B-A**	**R-BEESE**	**A-BEESE**	**B-A E**
Flow **(mm^3/s)**	828.7009×10^3	....	825.5326×10^3	837.0679×10^3	....	826.9771×10^3

نلاحظ من النتائج التجريبية: إن سرعة التدفق الحجمي للحديد بتطبيق خوارزمية النحل العشوائية R-BEES أكبر من سرعة التدفق الحجمي بتطبيق خوارزمية النحل B-A، وبالتالي فإن خوارزمية R-BEES أفضل من خوارزمية B-A الشكل(4-13).



الشكل (4-13) التدفق الحجمي للمعدن باستخدام خوارزميتي R-BEES & B-A بتطبيق تابع الهدف الأول

وكذلك إن خوارزمية R-BEESE أفضل من خوارزمية B-AE الشكل(4-14).



الشكل (4-14) التدفق الحجمي للمعدن باستخدام خوارزميتي R-BEESE & B-AE بتطبيق تابع الهدف الأول

النتيجة: بالمقارنة بين تطبيق خوارزميات النحل المدروسة في هذا البحث وباستخدام تابع الهدف الأول على خط إنتاج معمل لسحب ودرفلة الحديد، تبين إن تطبيق خوارزمية النحل العشوائية R-BEES أفضل من تطبيق الخوارزميتين A-BEES & B-A، وتطبيق خوارزمية النحل B-A أفضل من تطبيق خوارزمية النحل التكيفية A-BEES[52] عند قيمة الخطأ المقترح.

2.6. التحليل الإحصائي ومقارنة النتائج باستخدام تابع الهدف الثاني

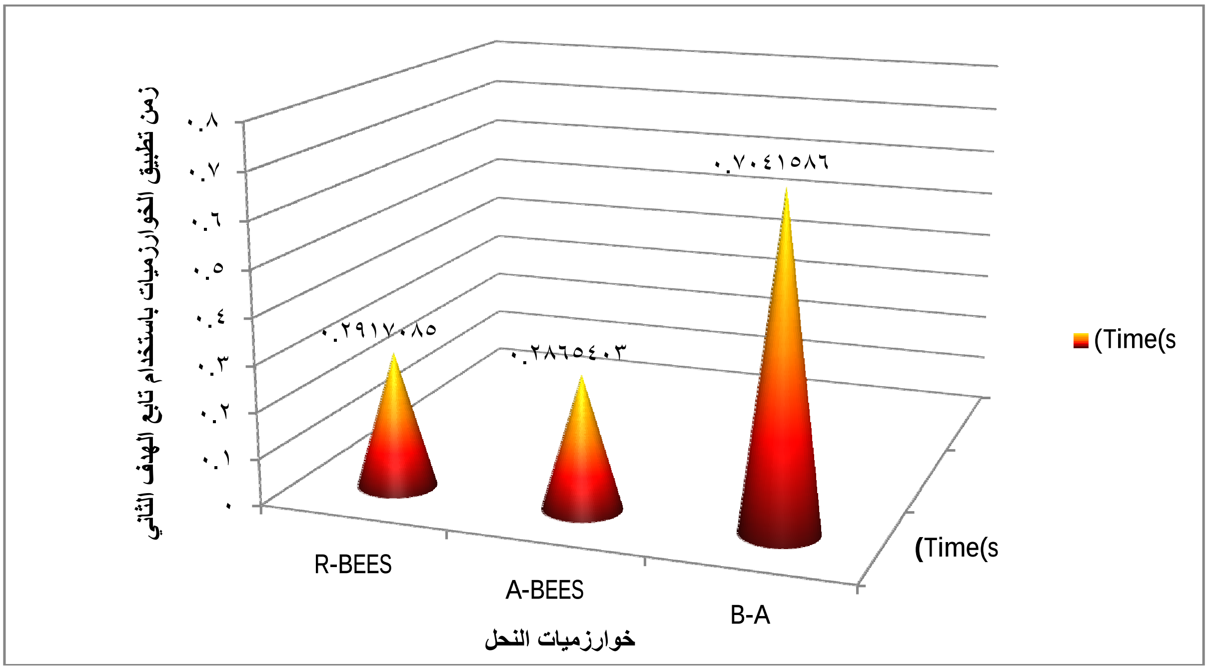
1.2.6. زمن تطبيق الخوارزميات باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (20) أزمنة تنفيذ خوارزميات النحل الثلاث باستخدام تابع الهدف الثاني

	Deterministic Optimization			Stochastic Optimization		
number of times	**R-BEES(s)**	**A-BEES(s)**	**B-A(s)**	**R-BEESE(s)**	**A-BEESE(s)**	**B-A E(s)**
1	0.286677	0.282501	0.699122	0.869186	0.789561	2.296050
2	0.288119	0.285323	0.704929	0.830160	0.778468	2.285554
3	0.286114	0.286308	0.703108	0.826910	0.786488	2.312913
4	0.289649	0.288749	0.706987	0.828593	0.778545	2.317439
5	0.294078	0.287961	0.707264	0.812908	0.786699	2.312401
6	0.293314	0.283404	0.699819	0.809017	0.791414	2.311410
7	0.296275	0.287180	0.707836	0.813829	0.788176	2.306794
8	0.293661	0.285195	0.706864	0.810503	0.790485	2.322768
9	0.286490	0.282823	0.704843	0.808057	0.789410	2.326833
10	0.296361	0.290622	0.709833	0.811749	0.789810	2.314492
11	0.289347	0.284177	0.702652	0.812912	0.788217	2.301487
12	0.288484	0.285308	0.703366	0.816437	0.794843	2.309086
13	0.296034	0.288017	0.703171	0.815386	0.790053	2.312464
14	0.293695	0.285676	0.702572	0.812220	0.793194	2.362447
15	0.295531	0.285033	0.703392	0.824721	0.794091	2.330636
16	0.287902	0.289640	0.713051	0.808778	0.792029	2.333332
17	0.292316	0.288493	0.705876	0.818063	0.790709	2.357411
18	0.292128	0.288027	0.698197	0.815443	0.794935	2.333745
19	0.292930	0.286546	0.698753	0.817770	0.788039	2.331177
20	0.295065	0.289822	0.701536	0.818695	0.792895	2.332611
Arithmetic Mean	0.2917085	0.2865403	0.7041586	0.8190668	0.7894031	2.319552
LSD 5%	2.1399×10^{-3}			8.8827×10^{-3}		

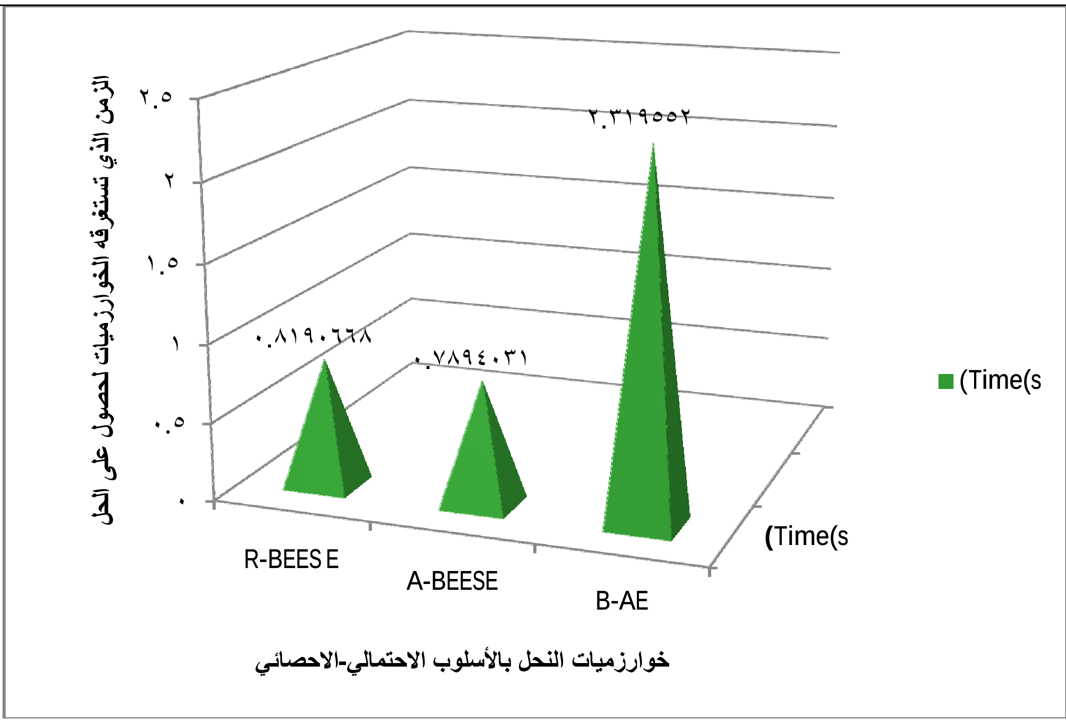
LSD 1%	2.8897×10^{-3}	1.1995×10^{-2}

تبين بالتحليل الإحصائي أن خوارزمية A-BEES تفوقت على خوارزميتي R-BEES & B-A بفروق معنوية عالية، كما تفوقت خوارزمية R-BEES على خوارزمية B-A وبفروق معنوية عالية عند المستوى (5%) والمستوى (1%) الشكل(4-15).



الشكل (4-15) زمن خوارزميات R-BEES &A-BEES & B-A بتطبيق تابع الهدف الثاني

تبين بالتحليل الإحصائي بوجود الضجيج العشوائي، تفوق خوارزمية A-BEESE على خوارزميتي R-BEESE & B-AE بفروق معنوية عالية، كما تفوقت خوارزمية R-BEESE على خوارزمية B-AE وبفروق معنوية عالية عند المستوى (5%) والمستوى (1%) الشكل(4-16).



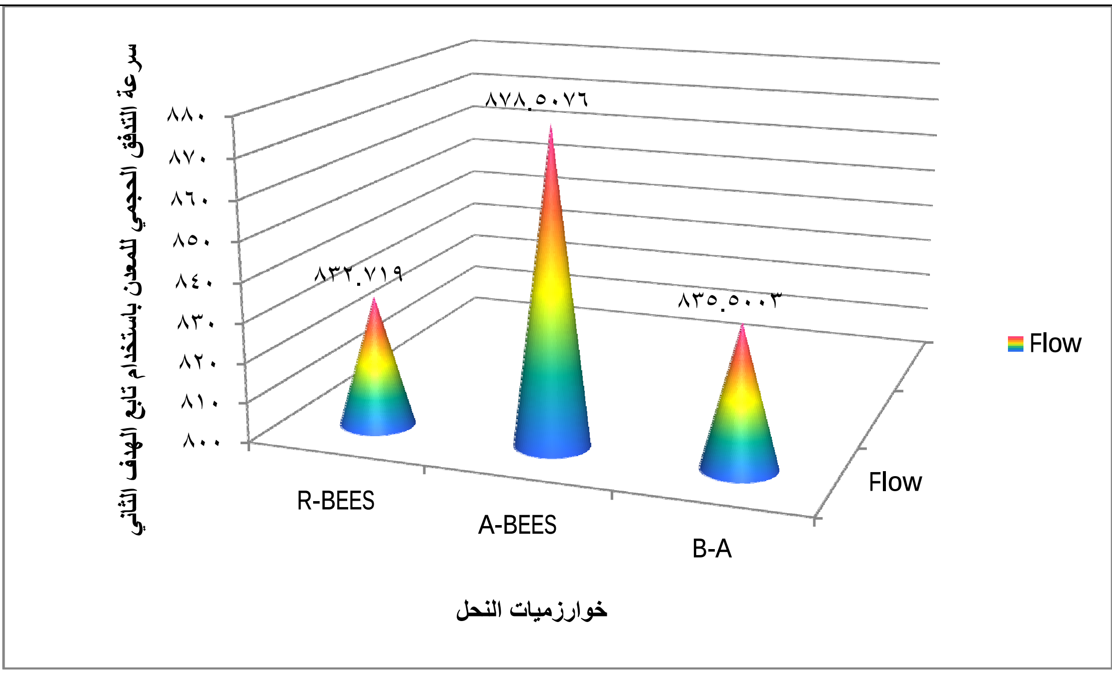
الشكل (4-16) زمن خوارزميات **R-BEESE &A-BEESE & B-AE** بتطبيق تابع الهدف الثاني

2.2.6. سرعة التدفق الحجمي للمعدن باستخدام تابع الهدف الثاني

الجدول (21) سرعة التدفق الحجمي للمعدن باستخدام تابع الهدف الثاني

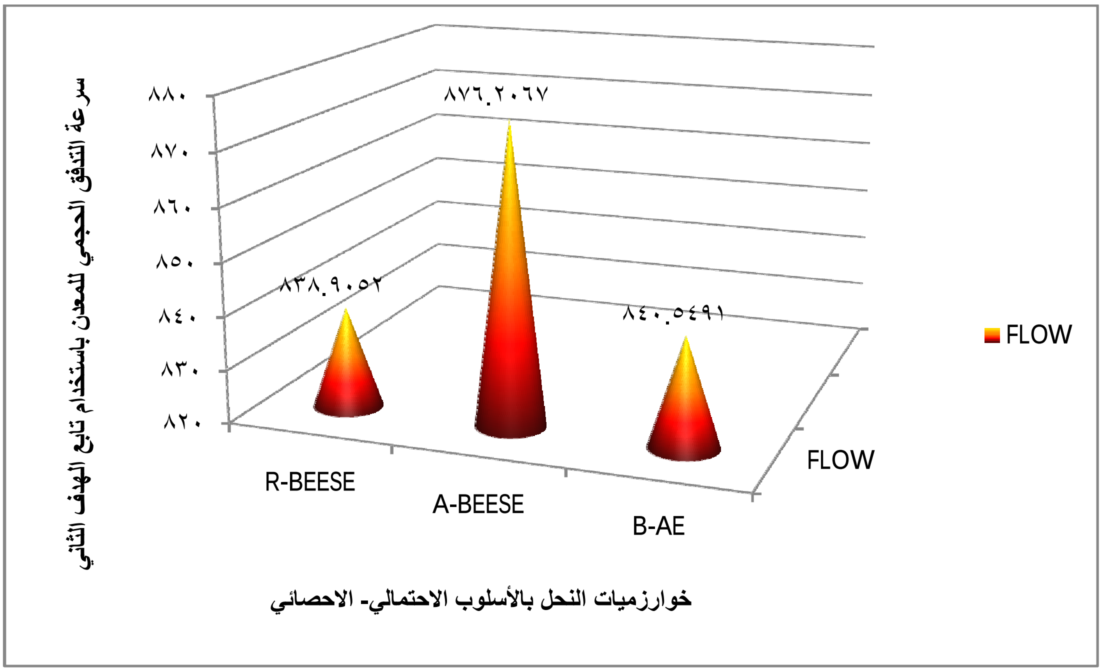
	Deterministic Optimization			Stochastic Optimization		
Algorithm	**R-BEES**	**A-BEES**	**B-A**	**R-BEESE**	**A-BEESE**	**B-AE**
Flow(mm^3/s)	832.7190×10^3	878.5076×10^3	835.5003×10^3	838.9052×10^3	876.2067×10^3	840.5491×10^3

من النتائج التجريبية نجد أن سرعة التدفق الحجمي باستخدام خوارزمية A-BEES أكبر من سرعة التدفق الحجمي باستخدام خوارزميتي R-BEES & B-A، كما وجدنا أن سرعة التدفق الحجمي باستخدام خوارزمية B-A أكبر من سرعة التدفق باستخدام خوارزمية R-BEES، وبالتالي فإن تطبيق خوارزمية A-BEES أفضل من تطبيق خوارزميتي النحل R-BEES & B-A ومن ثم تطبيق B-A أفضل من تطبيق خوارزمية R-BEES من حيث سرعة التدفق الحجمي الشكل (4-17).



الشكل (4-17) التدفق الحجمي للمعدن باستخدام خوارزمية R-BEES & A-BEES &B-A بتطبيق تابع الهدف الثاني

وكذلك الأمر بوجود الضجيج العشوائي، فإن خوارزمية A-BEESE تعطي سرعة تدفق حجمي أكبر من خوارزميتي R-BEESE & B-AE، كما تعطي خوارزمية B-AE تدفق حجمي أكبر من R-BEESE الشكل(4-18).



الشكل (4-18) التدفق الحجمي للمعدن باستخدام خوارزميات R-BEESE & A-BEESE &B-AE بتطبيق تابع الهدف الثاني

النتيجة: بالمقارنة بين تطبيق خوارزميات النحل المدروسة في هذا البحث وباستخدام تابع الهدف الثاني على خط إنتاج معمل لسحب ودرفلة الحديد، تبين أن تطبيق خوارزمية النحل التكيفية A-BEES أفضل من تطبيق الخوارزميتين R-BEES &B-A من حيث الزمن الذي تستغرقه كل خوارزمية وسرعة التدفق الحجمي، وتباينت الخوارزميتان R-BEES &B-A من حيث سرعة التدفق الحجمي والزمن الذي تستغرقه كل خوارزمية للوصول للحل، فكانت خوارزمية R-BEES أفضل من حيث الزمن وخوارزمية B-A أفضل من حيث سرعة التدفق الحجمي[53].

7. المقارنة بين استخدام تابعي الهدف

1.7. المقارنة بين استخدام تابعي الهدف من حيث الزمن

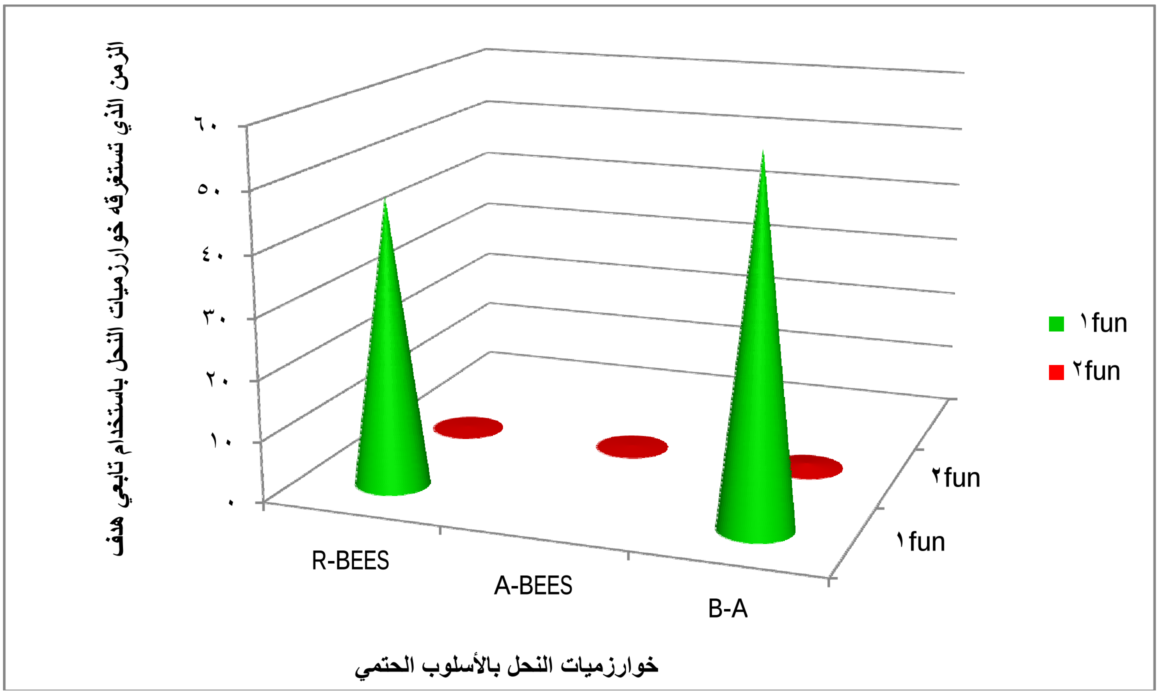
1.1.7. المقارنة بين استخدام تابعي الهدف من حيث الزمن بتطبيق الأسلوب الحتمي

تم الحصول على المتوسط الحسابي للزمن الذي تستغرقه كل خوارزمية للحصول على الحل باستخدام تابعي هدف وبتطبيق خوارزميات النحل الثلاث المدروسة في هذا البحث بالأسلوب الحتمي الجدول (22).

الجدول(22) المتوسط الحسابي للزمن الذي استغرقته كل خوارزمية بالأسلوب الحتمي باستخدام تابعي هدف

Time of Arithmetic Mean (s)	R-BEES	A-BEES	B-A
Function 1	47.16363	....	58.58538
Function 2	0.2917085	0.2865403	0.7041586

لقد أعطت الخوارزميات الثلاث نتائج أفضل عند تطبيق تابع الهدف الثاني من تطبيق تابع الهدف الأول الشكل(4-19).



الشكل (4-19) أزمنة استخدام الخوارزميات الثلاث الحتمية بتطبيق تابعي الهدف

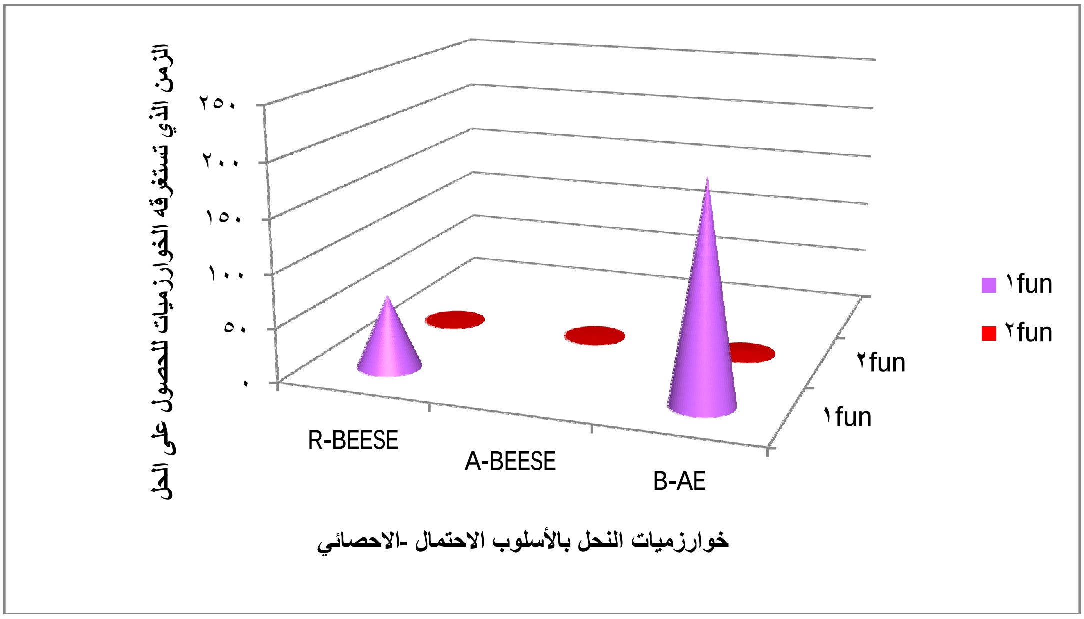
2.1.7. المقارنة بين استخدام تابعي الهدف من حيث الزمن بتطبيق الأسلوب الاحتمالي - الإحصائي

تم الحصول على المتوسط الحسابي للزمن الذي تستغرقه كل خوارزمية للحصول على الحل باستخدام تابعي هدف وبتطبيق خوارزميات النحل الثلاث المدروسة في هذا البحث بالأسلوب الاحتمالي –الإحصائي الجدول(23).

الجدول(23) المتوسط الحسابي للزمن الذي استغرقته كل خوارزمية بالأسلوب الاحتمالي باستخدام تابعي هدف

Time of Arithmetic Mean (s)	R-BEESE	A-BEESE	B-AE
Function 1	68.10429	....	200.8793
Function 2	0.8190668	0.7894031	2.319552

وكذلك أعطت الخوارزميات الثلاث نتائج أفضل عند تطبيق تابع الهدف الثاني من تطبيق تابع الهدف الأول باستخدام النموذج الاحتمالي-الإحصائي الشكل (4-20).



الشكل (4-20) أزمنة استخدام الخوارزميات الثلاث الاحتمالية بتطبيق تابعي الهدف

2.7. المقارنة بين استخدام تابعي الهدف من حيث سرعة التدفق الحجمي للمعدن

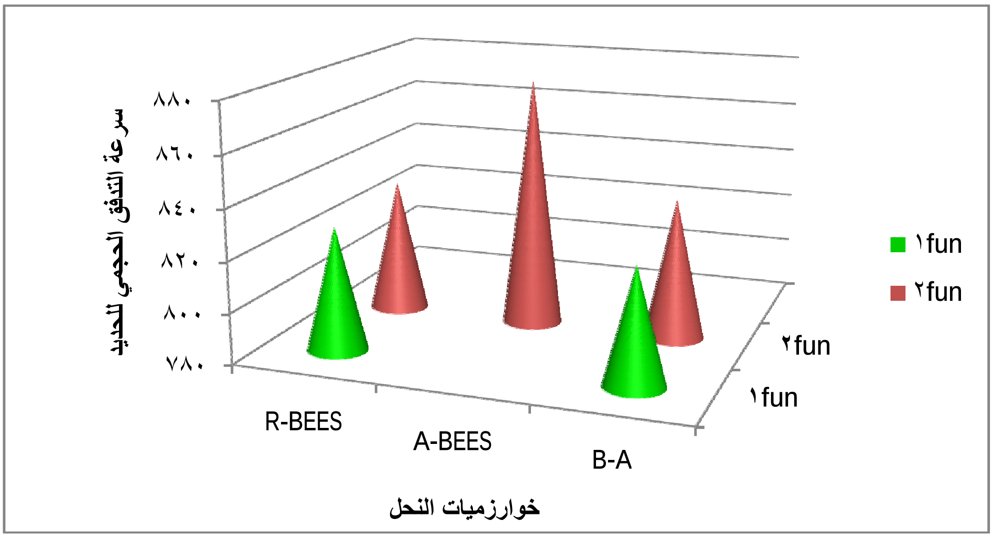
1.2.7. المقارنة بين استخدام تابعي الهدف من حيث سرعة التدفق الحجمي للمعدن بتطبيق الأسلوب الحتمي

تم الحصول على التدفق الحجمي للمعدن باستخدام تابعي هدف وبتطبيق خوارزميات النحل الثلاث المدروسة في هذا البحث بالأسلوب الحتمي الجدول(24).

الجدول(24) التدفق الحجمي الذي تم الحصول عليه بتطبيق الخوارزميات الثلاث بالأسلوب الحتمي باستخدام تابعي هدف

flow(mm3/s)	R-BEES	A-BEES	B-A
Function 1	828.7009×10^3	....	825.5326×10^3
Function 2	832.7190×10^3	878.5076×10^3	835.5003×10^3

إن التدفق الحجمي باستخدام تابع الهدف الثاني أفضل من سرعة التدفق الحجمي باستخدام تابع الهدف الأول عند تطبيق خوارزميات النحل الثلاث، كما أن أفضل تدفق حجمي تم الحصول عليه عند تطبيق خوارزمية A-BEES وباستخدام تابع الهدف الثاني الشكل(4-21).



الشكل (4-21) سرعة التدفق الحجمي للمعدن باستخدام الخوارزميات الثلاث بالأسلوب الحتمي وبتطبيق تابعي هدف

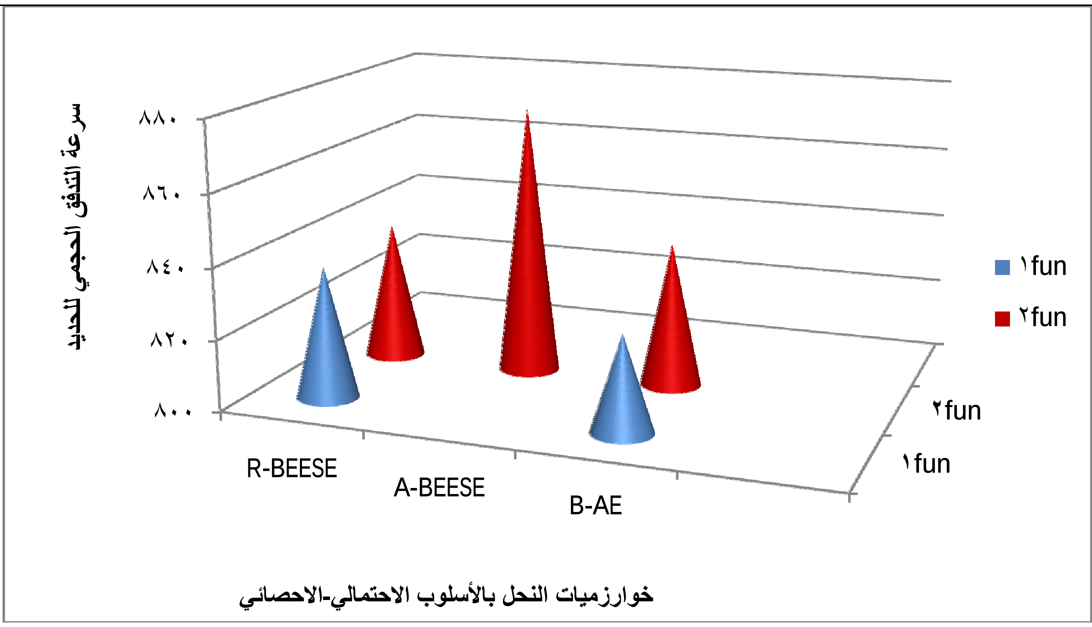
2.2.7. المقارنة بين استخدام تابعي الهدف من حيث سرعة التدفق الحجمي للمعدن بتطبيق الأسلوب الاحتمالي - الإحصائي

تم الحصول على التدفق الحجمي للمعدن باستخدام تابعي هدف وبتطبيق خوارزميات النحل الثلاث المدروسة في هذا البحث بالأسلوب الاحتمالي - الإحصائي الجدول(25).

الجدول(25) التدفق الحجمي الذي تم الحصول عليه بتطبيق الخوارزميات الثلاث بالأسلوب الاحتمالي باستخدام تابعي هدف

flow(mm3/s)	R-BEESE	A-BEESE	B-AE
Function 1	837.0679×10^3	....	826.9771×10^3
Function 2	838.9052×10^3	876.2067×10^3	840.5491×10^3

إن التدفق الحجمي بتطبيق تابع الهدف الثاني أفضل من سرعة التدفق الحجمي عند استخدام الأسلوب الاحتمالي و بتطبيق تابع الهدف الأول عند استخدام خوارزميات النحل الثلاث R-BEESE & A-BEESE & B-AE، إن أفضل تدفق حجمي تم الحصول عليه عند استخدام خوارزمية A-BEESE وتطبيق تابع الهدف الثاني الشكل(4-22).



الشكل (4-22) سرعة التدفق الحجمي للمعدن باستخدام الخوارزميات الثلاث بالأسلوب الاحتمالي وبتطبيق تابعي هدف

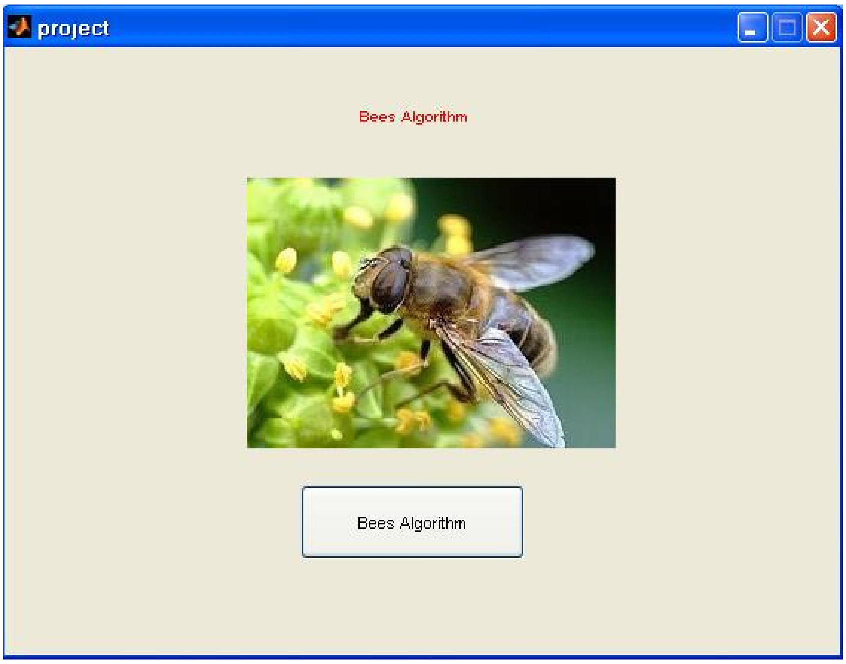
ملاحظة: أجريت الحسابات على حاسب له المواصفات التالية:

Intel(R) Pentium(R) CPU 3.00GHZ, 2.99GHZ

1.00 GB of RAM

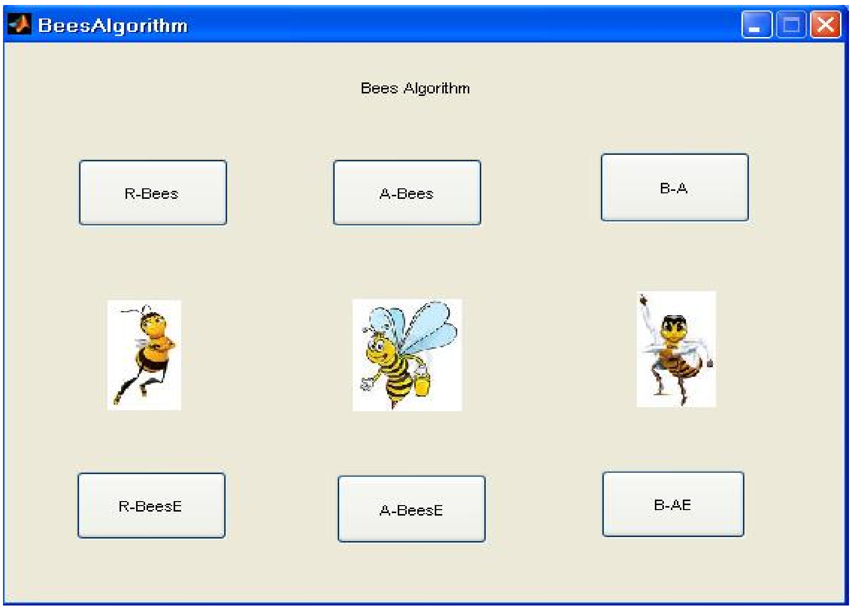
8. الواجهات التنفيذية GUI for Project

تم بناء واجهة تنفيذية للمشروع Graphical User Interface Development Environment (GUIDE) وذلك في بيئة MATLAB حيث تم بناء ثماني واجهات تنفيذية تقدم بأسلوب أنيق المعلومات الضرورية بصورة واضحة وسهلة، الواجهة الرئيسية الموضحة في الشكل(4-23).



الشكل (4-23) الواجهة الرئيسية للمشروع

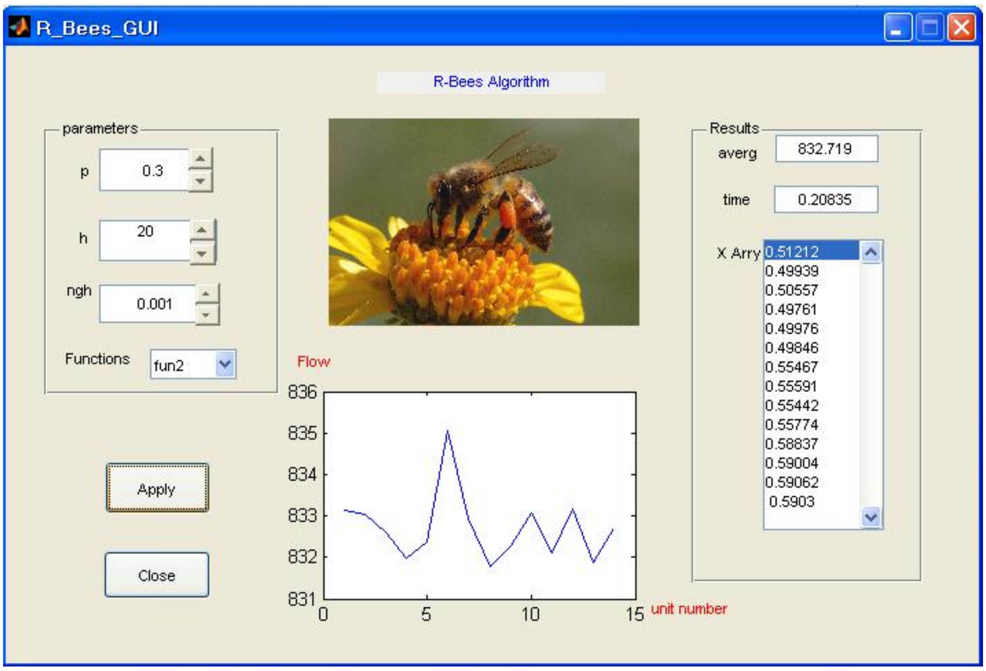
تتضمن الواجهة الرئيسية زر أوامر واحد عند الضغط على هذا الزر تظهر الواجهة الثانية التي تظهر خوارزميات النحل المستخدمة في هذا البحث الشكل (4-24).



الشكل (4-24) واجهة تظهر خوارزميات النحل المستخدمة في البحث

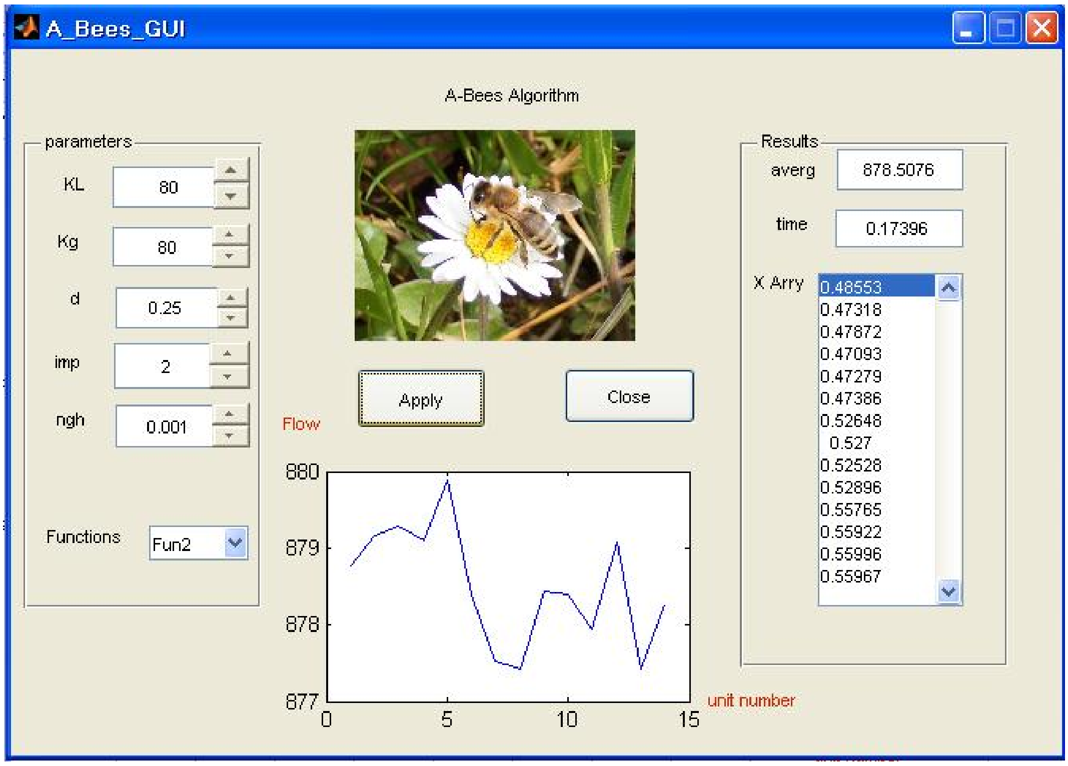
تتضمن هذه الواجهة ستة أزرار أوامر كل زر يشير إلى خوارزمية من خوارزميات النحل وذلك بالأسلوب الحتمي وبالأسلوب الاحتمالي، عند الضغط على الزر الأول يتم الحصول على الحل من أجل تنظيم خط الدرفلة المدروس باستخدام خوارزمية النحل العشوائية R-BEES وبالأسلوب الحتمي الشكل(4-25)، حيث تظهر هذه الواجهة البارامترات المستخدمة في خوارزمية النحل العشوائية R-BEES يتم إدخالها من قبل

المجرب، وعند الضغط على زر التنفيذ يتم الحصول على المتوسط الحسابي للتدفق الحجمي للحديد الذي يتم عنده تنظيم سرعة الدرفلة والمعامل العشوائي X بالإضافة لزمن البحث عن الحل، ويتم رسم منحني يمثل قيمة التدفق الحجمي للمعدن عند كل منصة من منصات الدرفلة.



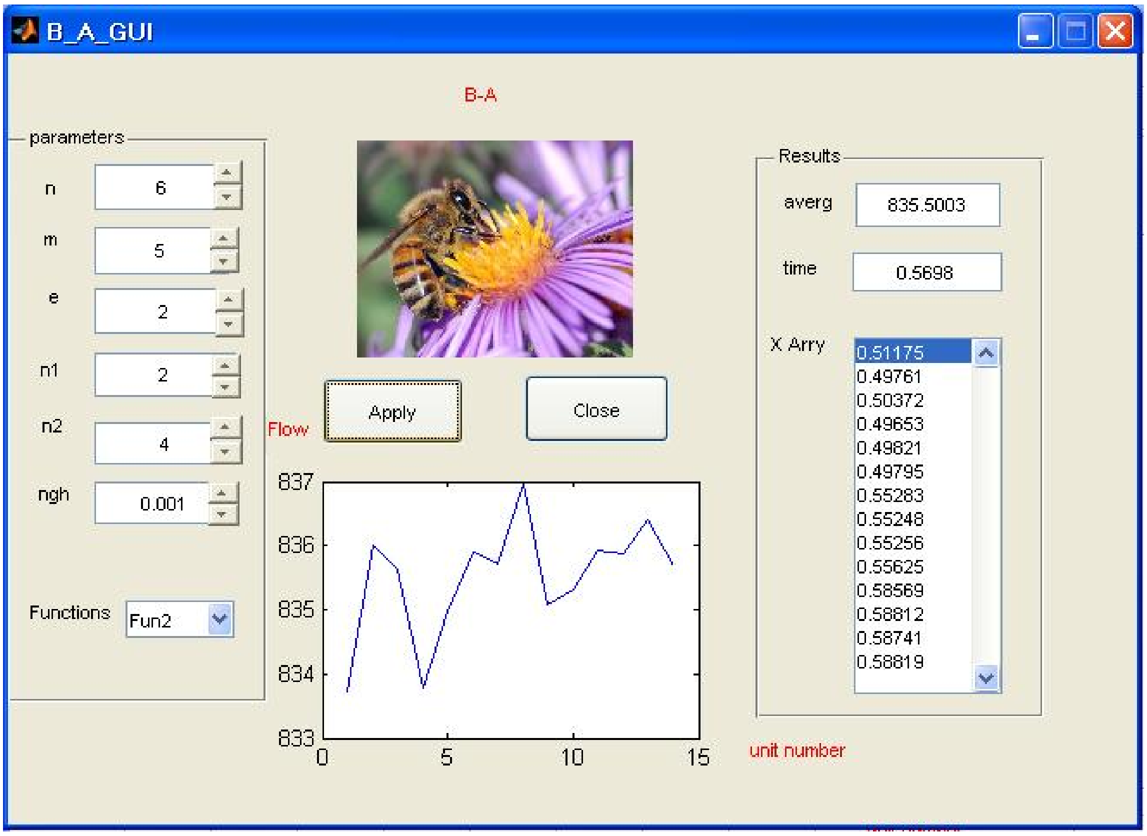
الشكل (4-25) واجهة الحصول على الحل باستخدام خوارزمية النحل العشوائية R-BEES

أما عند الضغط على زر الأوامر A-BEES الموجود في الواجهة الشكل (4-24) فتظهر واجهة تنفيذية الشكل(4-26)، حيث تظهر هذه الواجهة البارامترات المستخدمة في خوارزمية النحل التكيفية A-BEES يتم إدخالها من قبل المجرب، وعند الضغط على زر التنفيذ يتم الحصول على المتوسط الحسابي للتدفق الحجمي للحديد الذي يتم عنده تنظيم سرعة الدرفلة والمعامل العشوائي X بالإضافة لزمن البحث عن الحل، ويتم رسم منحنى يمثل قيمة التدفق الحجمي للمعدن عند كل منصة من منصات الدرفلة.



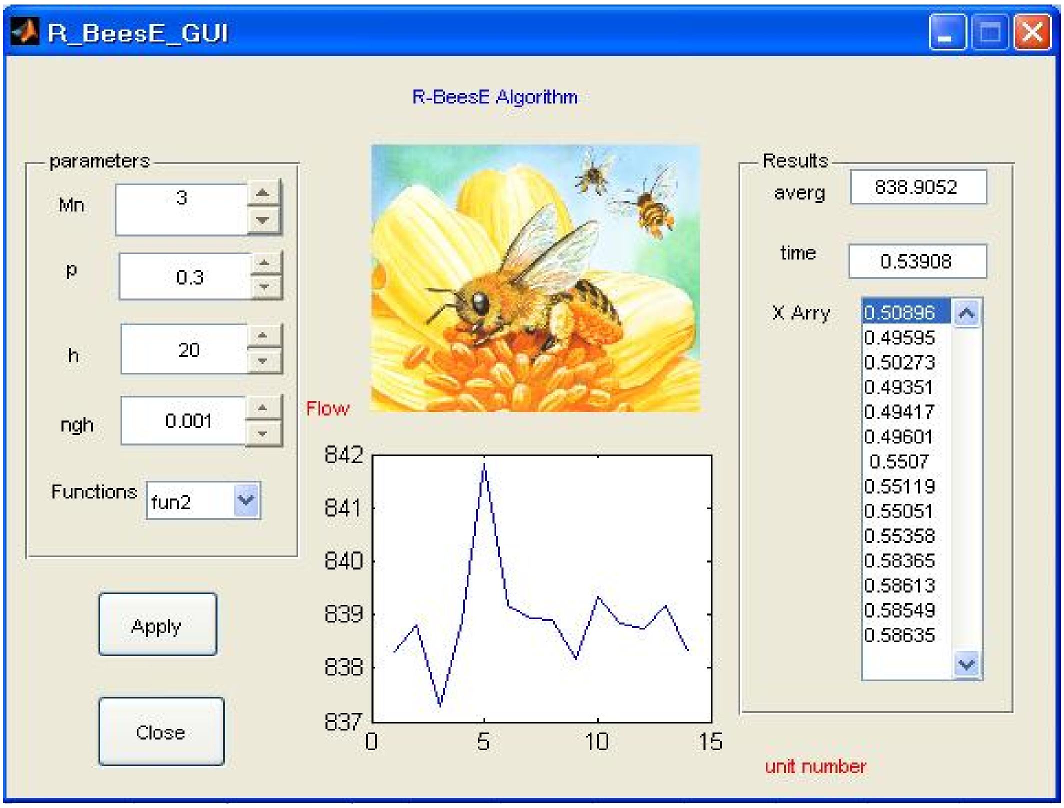
الشكل (4-26) واجهة الحصول على الحل باستخدام خوارزمية النحل التكيفية A-BEES

أما عند الضغط على زر الأوامر B-A الموجود في الواجهة الشكل (4-24) تظهر واجهة تنفيذية الشكل(4-27)، حيث تظهر هذه الواجهة البارامترات المستخدمة في خوارزمية النحل التكيفية B-A يتم إدخالها من قبل المجرب، وعند الضغط على زر التنفيذ يتم الحصول على المتوسط الحسابي للتدفق الحجمي للحديد الذي يتم عنده تنظيم سرعة الدرفلة والمعامل العشوائي X بالإضافة لزمن البحث عن الحل، ويتم رسم منحنى يمثل قيمة التدفق الحجمي للمعدن عند كل منصة من منصات الدرفلة.

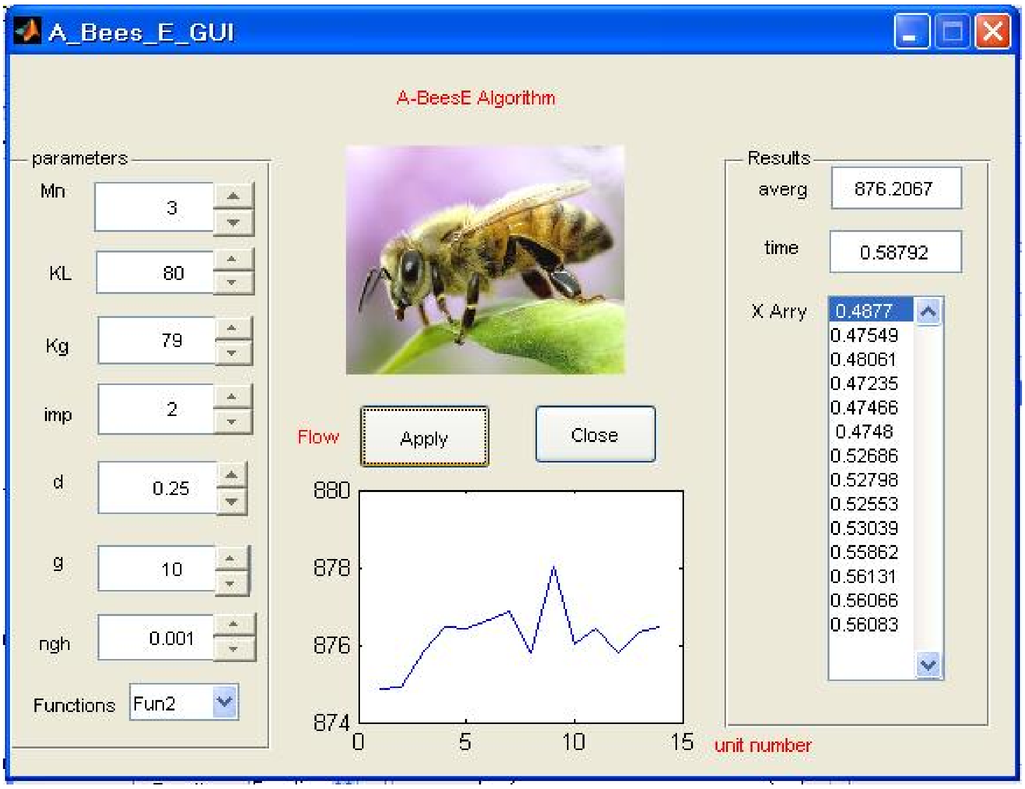


الشكل (4-27) واجهة الحصول على الحل باستخدام خوارزمية النحل B-A

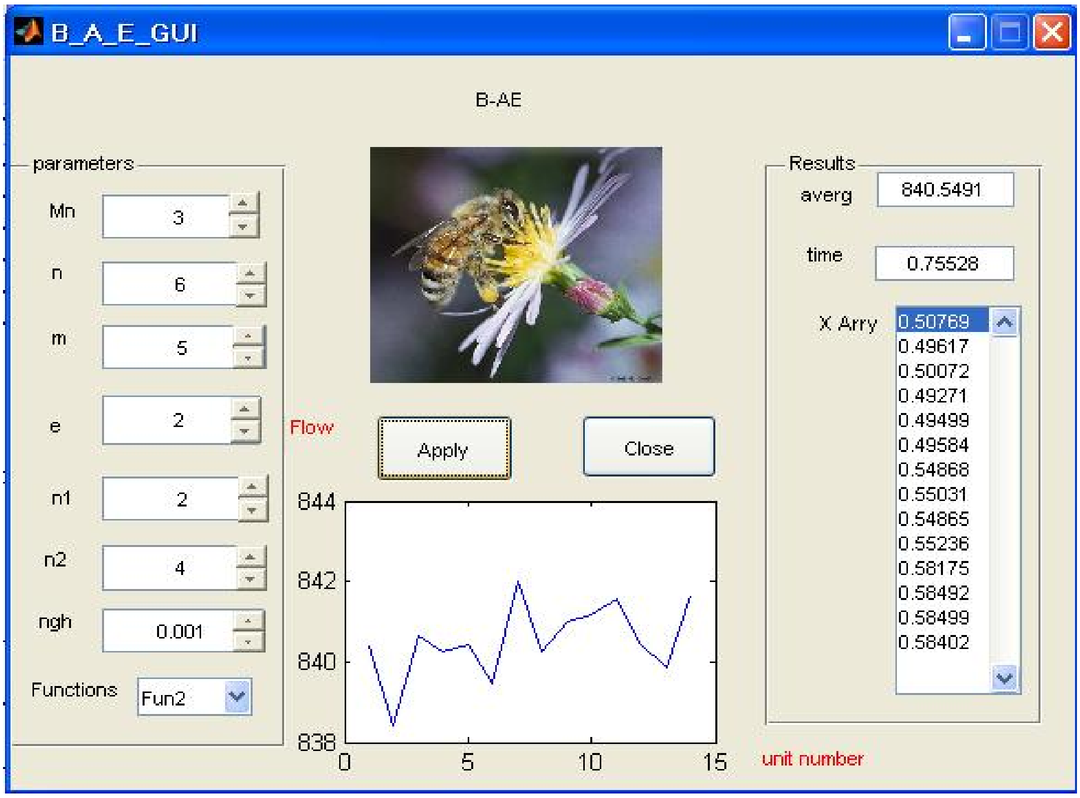
أما الأزرار الثلاثة الأخرى فتمثل الخوارزميات الثلاث السابقة ولكن بإضافة عنصر التخمين، أي يتم الحصول على الحل من أجل تنظيم عملية الدرفلة ولكن بتطبيق النموذج الاحتمالي- الإحصائي فيمثل الشكل(4-28) الواجهة لتنفيذية لتطبيق خوارزمية R-BEESE، ويمثل الشكل (4-29) الواجهة لتنفيذية لتطبيق خوارزمية A-BEESE، ويمثل الشكل (4-30) الواجهة لتنفيذية لتطبيق خوارزمية B-AE.



الشكل (4-28) واجهة الحصول على الحل باستخدام خوارزمية النحل العشوائية R-BEESE



الشكل (4-29) واجهة الحصول على الحل باستخدام خوارزمية النحل التكيفية A-BEESE



الشكل (4-30) واجهة الحصول على الحل باستخدام خوارزمية النحل B-AE

الاستنتاجات Conclusions

- يوفر تطبيق خوارزمية النحل من جهد الخبراء في المعمل وإمكانية الخطأ الممكن حدوثه.
- تعطي خوارزمية النحل إمكانية مقارنة بين سرعات التدفق الحجمي للمنتج وكذلك إمكانية مقارنة الحل مع الإمكانيات المتاحة للوحة الإنتاجية من الناحية الميكانيكية.
- يتيح تطبيق خوارزمية النحل في عملية التحكم الحصول على حل أمثلي بسرعة كبيرة وديناميكية يتناسب مع تغير معطيات حالة مجموعة الإنتاج.
- تمكن الخوارزمية من تعديل سرعة تدفق المعدن بين المنصات عند حدوث أي خلل في أداء أحد المنصات.
- يوفر تنفيذ هذه الخوارزميات إمكانية وضع برمجيات التحكم والربط مع الحاسب للعملية الإنتاجية.

المقترحات Suggestion

- استخدام خوارزميات ذكاء صنعي أخرى والمقارنة مع خوارزميات النحل المستخدمة في هذا البحث للوصول إلى إمكانية إيجاد حلول لعملية التنظيم الصناعي online.
- يمكن تدريب بعض الخوارزميات لتعطي حلول سريعة عند حدوث أي تغير أو انحراف في العملية الإنتاجية.
- دراسة عوامل أخرى في التغيرات منها عدم تجانس الحديد ومشاكل القطع التي تحدث في خط التدفق الإنتاجي.

References

[1]. Yonezawa Y; **Kikuchi** T, 1996- **Ecological Algorithm for Optimal Ordering Used by Collective Honey Bee Behavior**. 7th International Symposium on Micro Machine and Human Science, p.p:249-256.
[2]. Sato T; **Hagiwara** M, 1997- **Bee System: Finding Solution by a Concentrated Search**. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 4(C), p.p:3954-3959.
[3]. Karaboga D, 2005- **An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization**, Technical Report-TR06, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, Turkey.
[4]. Yang X S,2005- **Engineering Optimizations via Nature-Inspired Virtual Bee Algorithms**, IWINAC 2005, LNCS 3562, Yang, J. M. and J.R. Alvarez (Eds.), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p.p:317-323.
[5]. Basturk B; **Karaboga** D,2006- **An Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm for Numeric Function Optimization**, IEEE Swarm Intelligence Symposium 2006, Indianapolis, Indiana, USA.
[6]. Lucic P; **Teodorovic** D,2001- **Bee system: Modeling Combinatorial Optimization Transportation Engineering Problems by Swarm Intelligence** Preprints of the TRISTAN IV Triennial Symposium on Transportation Analysis, Sao Miguel, Azores Islands, p.p:441-445.
[7]. Lucic P,2002- **Modeling Transportation Problems Using Concepts of Swarm Intelligence and Soft Computing** PhD Thesis, Civil Engineering, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
[8]. Teodorovic D; **Dell'Orco** M,2005- **Bee Colony Optimization - A Cooperative Learning Approach to Complex Transportation Problems**, Advanced OR and AI Methods in Transportation , p.p:51-60.
[9]. Nakrani S; **Tovey** C,2003- **On Honey Bees and Dynamic Allocation in an Internet Server Colony**,Proceedings of 2nd International Workshop on the Mathematics and Algorithms of Social.Insects, Atlanta, Georgia, USA.
[10]. Wedde H.F; **Farooq** M; **Zhang** Y,2004- **BeeHive: An Efficient Fault-Tolerant Routing Algorithm Inspired by Honey Bee Behavior, Ant Colony, Optimization and Swarm Intelligence**. Eds. M. Dorigo, Lecture Notes in Computer Science 3172, Springer Berlin, p.p: 83-94.
[11]. Bianco G.M,2004- **Getting Inspired from Bees to Perform Large Scale Visual Precise Navigation**. Proceedings of 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems,Sendai, Japan, p.p:619-624.
[12]. Drias H; **Sadeg** S;**Yahi** S,2005- **Cooperative Bees Swarm for Solving the Maximum Weighted Satisfiability Problem** IWAAN International Work Conference on Artificial and Natural Neural Networks, Barcelona, Spain, p.p:318-325.
[13]. Quijano N; **Passino** K.M,2007- **Honey Bee Social Foraging Algorithms for Resource Allocation Theory and Application** American Control Conference, New York City, USA.
[14]. Goshen L; **Shimshoni** I,2006-**Balanced Exploration and Exploitation Model Search for Efficient Epipolar Geometry Estimation**. Faculty of Industrial Engineering & Management, Technion, Haifa, Israel.

[15]. Prudius A ,2007-**Adaptive Random Search Methods for Simulation Optimization.** The H. Milton Stewart School of Industrial and Systems Engineering. Georgia Institute of Technology. U.S.A.
[16]. Pham D.T; G**hanbarzadeh** A; **Koc** E; **Otri** S; **Rahim** S; **Zaidi** M, 2006 - **The Bees Algorithm; A Novel Tool for Complex Optimisation Problems** In: IPROMS 2nd Virtual International Conference on Intelligent Production Machines and Systems; Elsevier (Oxford); Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University, Cardiff, UK.
[17]. http://forums.hawaalive.com/t20862.html (2010)

[18]. الحاج أحمد يوسف، 2003-**موسوعة الإعجاز العلمي في القران الكريم والسنة المطهرة**. مكتبة ابن حجر - دمشق- الطبعة الأولى.

[19]. النابلسي د. محمد راتب،2005- **موسوعة الإعجاز العلمي في القران والسنة آيات الله فـــي الآفـــاق**. دار المكتبي للطباعة والنشر والتوزيع-سوريا-الطبعة الثانية 438 صفحة.

[20].http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.steelplantech.co.jp/en/images/products/flow_e1.gif&imgrefurl=http://www.steelplantech.co.jp/en/products/flow.html&usg=__d_x2Js9lHg7MUWC9oTnY8BOwEuk=&h=350&w=517&sz=20&hl=ar&start=2&um=1&itbs=1&tbnid=ZBntcawRXad53M:&tbnh=89&tbnw=131&prev=/images%3Fq%3Dwww.steelplantech.co.jp%26um%3D1%26hl%3Dar%26lr%3D%26sa%3DN%26tbs%3Disch:1(10-8-2010)

[21]. http://arab-training.com/vb/f806.html (10-8-2010).

[22]. حسين د.عبد الرحمن،2009 - **نمذجة نظام التحكم بمجوعة محركات لسحب ودرفلة الحديد على الساخن**. مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلوم الهندسية، العدد 66، عدد الصفحات20.

[23]. http://www.arab-eng.org/vb/t32492.html (10-8-2010).

[24]. (أ. سوفورون، 1978- تشكيل المعادن بالضغط- دار مير للطباعة والنشر).

[25].http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AF%D8%B1%D9%81%D9%84%D8%A9 (27-1-2009).

[26]. http://industry.eeaa.gov.eg/publications/ar_metal%20IM.PDF (10-8-2010).

[27]. **LIU** J,2002- **Design and Analysis of Intelligent Fuzzy Tension Controllers for Rolling Mi**ll. Electrical Engineering Waterloo, Ontario, Canada.

[28]. **حسين** د.عبد الرحمن، 2008 - **نمذجة نظام تحكم بوحدة إنتاجية صناعية لسحب ودرفلة الحديد على الساخن**. مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلوم الهندسية، العدد 95، عدد الصفحات 25.

[29]. **Salem** Z; HDD; PHD BSC, 2009-**The Bees Algorithm, and Its Applications**. in:, Electrical and Electronic Engineering Faculty, Aleppo University, Aleppo, Syrian Arab Republic.; Masaryk University.; Brno, Czech Republic.

[30]. **العابد** د. تمام أحمد،2001 - **تربية النحل ودودة القز**. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة في حلب، 269 صفحة.

[31]. Akbari R**; Zeighami** V**; Ziarati** K,2010-**International Journal of Industrial Engineering Computations.** International Journal of Industrial Engineering Computations, Shiraz University, Shiraz, Iran.
[32]. http://www.elnadabee.com/BeeColony/worker/beeDance.htm (10-8-2010).

[33]. Baykasoglu A ; **Ozbakir** L ; **Tapkan** p**,** 2007-**Artificial Bee Colony Algorithm and Its Application to Generalized Assignment Problem.** Turkey,p.p:113-143.
[34]. http://douis.free.fr/RO/introductio_ro.htm#modeles (10-8-2010).

[35]. Ahmed Mohamed; **Alkhamis** Talal,2004- **Simulation-Based Optimization Using Simulated Annealing With Confidence Interval.** in Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference (Ingalls, R. G., Rossetti, M. D., Smith, J. S., and Peters, B. A.,eds.), pp. 514 –519, Statistics and Operations Research, KUWAIT, 2004.
[36]. Lemmens N; **de Jong** S ; **Tuyls** K ; **Nowé** A , 2007- **A bee algorithm for multi-agent systems: Recruitment and navigation combined.** Proceedings of ALAg, an AAMAS workshop, p.p:66-70.
[37].http://www.tutorialsandhelp.com/Correlation%20and%20regression.html (10-8-2010).
[38]. Andrad´ottir S; **Prudius** A, 2009- **Balanced Explorative and Exploitative Search with Estimation for Simulation Optimization** INFORMS Journal on Computing, **21(2),** Spring 2009, p.p:193–208.

[39]. Andrad´ottir S, 1999 - **Accelerating the convergence of random search methods for discrete stochastic optimization** ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, vol. 9, no. 4, p.p: 349–380.
[40]. Prudius A; **Andrad´ottir** S, 2004-**Simulation optimization using balanced explorative and exploitative search**. in Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference (Ingalls, R. G., Rossetti, M. D., Smith, J. S., and Peters, B. A.,eds.), p.p: 545–549, Institute of Electrical and Electronics Engineeres, Piscataway, NJ,2004**.**

[41]. Saad E.M**; Awadalla** M.H**; Darwish** R.R**,2008- Adaptive Energy-Aware Gathering Strategy for Wireless Sensor Networks**. Electronics and Communication Engineering Department, University of Helwan, Cairo, Egypt.
[42]. Pham D.T ; **Haj Darwish** A,2008- **Fuzzy Selection of Local Search Sites in the Bees Algorithm.** Intelligent Systems Laboratory, Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University, UK.
[43]. Pham D.T; **Otr**i S; **Eldukhrie**.E; **Hajdarwish** A, 2007- **Using the Bees Algorithm to tune a fuzzy logic controller for a robot gymnast**. proceedings of IPROMS 2007 Conference.
[44]. Pham D T; **Mahmuddin** M ;**Muhamad** Z; **Ghanbarzadeh** A;**Koc** E;**Otri** S,2007.**Using the bees algorithm to optimise a support vector machine for wood**

defect classification. IPROMS 2007 Innovative Production Machines and Systems Virtual Conference, Cardiff ,UK.

[45]. Pham D.T; Otri S; **Mahmuddin** M; **Afify** A; **AL-Jabboulih**, 2007-**Data clustering using the bees algorithm**. Proceeding of the 40th CIRP int. Manufacturing Systems Seminar, Liverpool, UK.

[46]. Pham D.T; Otri S; G**hanbarzadeh** A; Koc E,2006- **Application of the bees algorithm to the training of radial basis function networks for control chart pattern recognition** . In : Proceedings of the 5 th CIRP International Seminar on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (ICME-06), Ischia,Italy, p.p:711-716.

[47]. Pham D. T; **Koç** E; **Ghanbarzadeh** A; **Otri** S, 2006- **Optimisation of the weights of multi-layered perceptrons using the Bees Algorithm** Proc 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems, Turkey.

[48]. Pham D. T; Otri S; Ghanbarzadeh A; Koç E,2006- **Application of the Bees Algorithm to the training of learning vector quantisation networks for control chart pattern recognition**, Proc Information and Communication Technologies (ICTTA'06), Syria, p.p: 1624-1629.

[49]. Pham D. T; **Koc** E; **Afify** A,2007- **Manufacturing cell formation using the bees algorithm**. IPROMS 2007 Innovative Production Machines and Systems Virtual Conference, Cardiff, UK.

[50]. Pham D.T; **Koc** E; **Ghanbarzadeh** A; **Soroka** A .J; **Koc** E; **Otri** S, 2007- **Some applications of the Bees Algorithm in engineering design and manufacture**, proc Int. Conference on Manufacturing Automation (ICMA 2007), Singapore.

[51] . النجار د.خالد السبع; **غزال** د.حسن محمود، 1998- **أساسيات الإحصاء وتصميم التجارب**. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة في حلب، 388 صفحة.

[52]. حسين عبد الرحمن، شيخوك حبيب ، بركات أسماء،2009- **تطبيق أسلوبين مختلفين لخوارزمية النحل في عملية الحصول على الحل الأمثل**، مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلوم الهندسية، العدد /72/ لعام 2009.

[53]. Hussian Abdul Rahman; **Barakat** Asmaa,2010- **Analysis of Bees Algorithm to Organize and Drive the Production Line of a Hot Iron Rolling Plant**, Res. J. of Aleppo Univ. Engineering Science Series, No:86, 2010.

الملحق

الملخص

ناقشت في هذا البحث بعض الخوارزميات الطبيعية، وهي خوارزميات النحل، وقد قمت بالمقارنة بين ثلاث خوارزميات مختلفة منها للبحث عن الحلول، وهي خوارزمية النحل العشوائية R-BEES وخوارزمية النحل التكيفية A-BEES وخوارزمية النحلB-A.

كما طبقت هذه الخوارزميات الثلاث على خط إنتاج معمل لسحب ودرفلة الحديد على الساخن، واستخدمت تابعي هدف وحصلت على النتائج التالية:

لقد أعطت جميع الخوارزميات المستخدمة في هذا البحث نتائج أفضل عند استخدام تابع الهدف الثاني من استخدام تابع الهدف الأول من حيث الزمن الذي تستغرقه كل خوارزمية، وسرعة التدفق الحجمي للمعدن.

عند تطبيق تابع الهدف الأول: تبين بالتحليل الإحصائي تفوق خوارزمية النحل العشوائية R-BEES على خوارزمية النحل B-A وبفروق معنوية عالية من حيث الزمن الذي استغرقته كل خوارزمية وباستخدام الأسلوبين الحتمي والاحتمالي- الإحصائي، وكذلك أعطت خوارزمية R-BEES سرعة تدفق حجمي أفضل (أكبر) من خوارزمية A-B وباستخدام الأسلوبين الحتمي والاحتمالي- الإحصائي.

أما خوارزمية النحل التكيفية A-BEES لم تعط أي نتيجة ضمن الزمن المحدد المتاح لتنفيذ الخوارزمية عند البارامترات المستخدمة.

أما عند تطبيق تابع الهدف الثاني: تبين بالتحليل الإحصائي أن خوارزمية A-BEES تفوقت على خوارزميتي R-BEES & B-A بفروق معنوية عالية، كما تفوقت خوارزمية R-Bees على خوارزمية B-A وبفروق معنوية عالية من حيث الزمن الذي استغرقته كل خوارزمية وباستخدام الأسلوبين الحتمي والاحتمالي- الإحصائي.

وأعطت خوارزمية A-BEES سرعة تدفق حجمي أفضل من سرعة التدفق الحجمي باستخدام خوارزميتي R-BEES & B-A، كما أعطت خوارزمية B-A سرعة تدفق حجمي أفضل من سرعة التدفق باستخدام خوارزمية R-BEES وباستخدام الأسلوبين الحتمي والاحتمالي- الإحصائي.

Summary

In this research, I discussed some natural algorithms(the algorithms of bees), And I compared three different algorithms which are a random bees algorithm R-BEES , adaptive bees algorithm A-BEES and the bees algorithm B-A, including the search for solutions,

These algorithms were applied to organize and drive the production line of a hot iron rolling plant using both object functions and I got the following results:
All the algorithms which were used in this research gave better results when I used the second object function than the first object function, in terms of time, and the speed volumetric flow of the metal.

When I applied first object function: statistical analysis shows that the random bees algorithm R-BEES overcome B-A with highly significant differences in terms of time taken for each algorithm by using the Deterministic Optimization and Stochastic Optimization, as well as R-BEES algorithm is better of the algorithm A-B in speed of the volume flow of the metal (flow larger), using the methods of the Deterministic and Stochastic.
The adaptive bees algorithm A-BEES did not give any result within the available time for the running of the algorithm.
But when I applied the second object function: statistical analysis shows that the A-BEES algorithm overcome R-BEES & B-A with highly significant differences, as the R-BEES algorithm overcome B-A algorithm with highly significant differences in terms of time taken for each algorithm by using the methods of the Deterministic and Stochastic.
And A-BEES algorithm gave a speed of flow volume better than the speed of flow volume using R-BEES & B-A, also B-A algorithm gave a speed of volume flow better than the velocity of flow using R-BEES algorithm by using the methods of the Deterministic and Stochastic.

فهرس الجداول

فهرس الأشكال

الأبحاث المنشورة

Papers

1. حسين عبد الرحمن، شيخوك حبيب ، بركات أسماء، **تطبيق أسلوبين مختلفين لخوارزمية النحل في عملية الحصول على الحل الأمثل**، مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلوم الهندسية، العدد **/**72**/** لعام 2009.

2. حسين عبد الرحمن، بركات أسماء، **Analysis of Bees Algorithm to Organize and Drive the Production Line of a Hot Iron Rolling Plant**، مجلة بحوث جامعة حلب سلسلة العلوم الهندسية، العدد **/**86**/** لعام 2010.

3. بطاقة مشاركة في مؤتمر كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية الأول بعنوان **الحصول على الحل الأمثل بتطبيق خوارزمية النحل**، **/**2-4**/**من تشرين الثاني عام 2008.